Natural History Museum Library
000233049

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

205.

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, RUE MIGNON, 2.

Bulletin

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Tome Quatorzième. Deuxième Série.

1856 A 1857.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ,
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 24.

1857.

GEOLOGICAL DEPARTMENT

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY BRANCH

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Séance du 3 novembre 1856.

PRÉSIDENCE DE M. DESHAYES.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, juin, juillet, août et septembre 1856.

De la part de M. Ed. Beltremieux, *Description des falaises de l'Aunis*, in-8, 16 p., 1 pl., La Rochelle, 1856.

De la part de M. A. Boué, *Sur l'établissement de bonnes routes et surtout de chemins de fer dans la Turquie d'Europe*, in-8, 52 p., Vienne, 1852 ; chez G. Braumüller.

De la part de M. Frédéric Cailliaud :

1° *Observations sur les Oursins perforants de Bretagne* (extr. des *Annales de la Société académique de la Loire-Inférieure*), in-8, 23 p., 1 pl.;

2° *Mémoire sur les Mollusques perforants* (*Ouvrage couronné par la Société hollandaise des sciences à Harlem*), in-4, 58 p., 3 pl.

De la part de M. A. Damour :

1° *Nouvelles recherches sur la composition de l'euklase, espèce minérale* (extr. des *Annales des mines*, 1855, t. VIII, p. 79), in-8, 11 p.;

2° *Note sur un péridot titanifère* (extr. des *Annales des mines*, 1855, t. VIII, p. 90), in-8, 7 p.

De la part de M. Descloizeaux, *Notices minéralogiques* (extr. des *Annales des mines*, 5e série, t. VIII, p. 386), in-8, 19 p., 1 pl.

De la part de M. Eugène-Eudes Deslongchamps :

1° *Note sur deux nouvelles Térébratules du lias moyen de Précigné* (*Sarthe*) (extr. du t. X des *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie*), in-8, 4 p., 1 pl.;

2° *Notes pour servir à la géologie du Calvados*, in-4, 13 p., Caen, 1856; chez A. Hardel;

3° *Supplément à la Notice sur des empreintes ou traces d'animaux existant à la surface d'une roche de grès, au lieu dit les Vaux d'Aubin, près d'Argentan* (*Orne*) (extr. du t. X des *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie*), in-4, 8 p.;

4° *Introduction à l'histoire naturelle des Brachiopodes vivants et fossiles; traduit de l'anglais de Th. Davidson*, in-4, 203 p., 9 pl., Caen, 1856; chez A. Hardel.

De la part de M. Ch. Sainte-Claire Deville, *Dix lettres à M. Élie de Beaumont sur l'éruption du Vésuve, du* 1er *mai* 1855, *et deux lettres à M. Dumas sur quelques produits d'émanation en Sicile* (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, années 1855 et 1856), in-4.

De la part de M. Élie de Beaumont, *Expériences sur la direction des courants de l'océan Atlantique septentrional* (*Lettre de S. A. I. le prince Napoléon à M. Élie de Beaumont, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences*) (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Ac. des sc.*, t. XLIII, séance du 8 septembre 1856), in-4, 2 p.

De la part de M. le professeur Forchhammer, *Oversigt over det k. danske videnskabernes selsbaks forhandlinger og dets medlemmers arbeider i aaret*, 1855; in-8, 430 p. Copenhague.

De la part de M. J. Fournet, *Résumé des observations recueillies en* 1855 *dans le bassin de la Saône par les soins de la Commission hydrométrique de Lyon.*

De la part de M. le professeur H. B. Geinitz, *Geognostische Darstellung der Steinkohlen formation in Sachsen mit besonderer Berücksichtigung des Rothliegenden*, in-f°, 91 p., 12 pl., Leipzig, 1856; chez W. Engelmann.

De la part de M. Gruner, *Essai d'une classification des principaux filons du plateau central de la France avec indication des roches éruptives et des soulèvements auxquels ils semblent se rattacher, suivi de la description spéciale des anciennes mines de plomb du Forez* (ext. des *Annales de la Société I. d'agriculture, etc., de Lyon*, 1856), in-8, 103 p., 2 pl., Lyon; chez Barret.

De la part de M. de La Roquette, *Notice biographique sur l'amiral sir John Franklin*, in-4, 67 p., 2 cartes, 1 portrait et 3 autographes, Paris, 1856 ; chez Martinet.

De la part de M. Lockhart, *Notice sur l'âge géologique des gîtes fossilifères de l'Orléanais* (extr. du t. II des *Mémoires de la Société d'agriculture, etc., d'Orléans*), in-8, 15 p. Orléans, 1856 ; chez Pagnerre.

De la part de M. P. Mingaud, *Examen d'un minerai qui présente tous les caractères de l'allophane*, in-8, 14 p., Montpellier, 1844.

De la part de M. C. Puggaard, *Deux vues géologiques pour servir à la description géologique du Danemark, représentant les falaises de Stevens-Klint et de Moëns-Klint*, 2 feuilles colombier, Copenhague, 1853 ; chez C. A. Reitzel.

De la part de M. V. Raulin :

1° *Projet de classification minéralogique* (extr. d'une *lettre à M. Leymerie en date du* 27 *avril* 1854), in-8, 13 p., Bordeaux ; chez Th. Lafargue ;

2° *Catalogue des mollusques terrestres et fluviatiles, vivants et fossiles, de la France continentale et insulaire*, par MM. les docteurs de Grateloup et Victor Raulin, in-8, 56 p., 2 tableaux, Bordeaux, 1855 ; chez Th. Lafargue.

De la part de M. E. Renevier, *Note sur la synonymie de la* Natica rotundata *et remarques sur quelques points de la géologie de l'Angleterre* (ext. du *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, vol. V, p. 54 et 51 [juin 1856]), in-8, 8 p., Lausanne, 1856 ; chez F. Blanchard.

De la part de M. le comte de Rottermund, *Rapport sur l'exploration des lacs Supérieur et Huron*, in-8, 24 p., Toronto, 1856.

De la part de M. Alexandre Vézian, *Du terrain post-pyrénéen des environs de Barcelone et de ses rapports avec les formations correspondantes du bassin de la Méditerranée* (*Thèse de géologie soutenue devant la Faculté des sciences de Montpellier le* 13 *août* 1856), in-8, 116 p., 1 pl. — *Mollusques et zoophytes des terrains nummulitique et tertiaire marin de la province de Barcelone*, in-4, 54 p., Montpellier 1856 ; chez Ricard frères.

De la part de M. A. Viquesnel, *Voyage dans la Turquie d'Europe*, texte, 6e livraison, f. 41-48.

De la part de M. le général Zarco del Valle, *Real decreto de* 26 *de octubre de* 1855 *para la ejecucion de la ley de* 1° *de mayo del mismo año en la parte relativa a la desamortizacion de los montes*, in-8, 105 p., Madrid, 1855.

De la part de M. Aimé Drian, *Résumé des observations de météorologie faites entre le* 1er *décembre* 1853 *et le* 1er *décembre* 1855, *à Lyon*, in-8, 15 p., Lyon; chez Rey et Sézanne.

De la part de M. le docteur Duchassaing, *Observations sur les formations modernes de l'île de la Guadeloupe* (extr. du *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XII), in-8., 8 p.

De la part de M. Frenet, *Observations météorologiques faites à* 9 *heures du matin à l'Observatoire de Lyon du* 1er *décembre* 1853 *au* 1er *décembre* 1855, in-8, 49 p., 2 tableaux, Lyon; chez Rey et Sézanne.

De la part de M. le professeur Paul Gervais, *Discours prononcé aux funérailles de M. Félix Dunal, doyen de la Faculté des sciences de Montpellier*, in-4, 8 p., Montpellier, 1856.

De la part de M. le docteur Sigmund Aichhorn, *Geographische Vertheilung des Schiefer-Schicht und Massen-Gebirges in Steiermark*, in-12, 14 p., Gratz, 1856.

De la part de M. J. D. Dana :

1° *Address before the American association for the avancement of science*, august 1855, in-8, 36 p., Cambridge, 1855; chez Metcalfe et C°;

2° *Science and the Bible; a review of the six days of creation of prof. Tayler Lewis* (*from the Bibliotheca sacra for january* 1856), in-8, 129 p., Andover, 1856; chez Warren F. Draper;

3° *Second supplement to Dana's Mineralogy* (*from the Americ. Journ. of science and arts*, vol. XXI, sec. ser., p. 193, march 1856), in-8, 21 p.

De la part de M. le docteur H. von Dechen, *Geognostische Beschreibung des Siebengebirges am Rhein*, in-8, 275 p., 1 pl., Bonn, 1852; chez Henry et Cohen.

De la part de M. le professeur Ernst Dieffenbach, *Geologische*

Specialkarte des Grossherzogthum Hessen. Section Giessen, in-8, 112 p., 1 carte, Darmstadt, 1856 ; chez G. Jonghaus.

De la part de MM. le chevalier Franz de Hauer, Franz Fœtterle et W. Haidinger, *Geologische Ubersicht der Bergbaue der österreichischen Monarchie*, in-4, 222 p., Wien, 1855.

De la part de M. le professeur Hyrtl :

1° *Einstund Jetzt der Naturwissenschaft in Osterreich*, in-8, 15 p., Wien, 1856 ; chez M. Auer ;

2° *Abschiedswort an die in Wien versammelten Naturforscher und Aerzte in Jahre* 1856, in-8, 6 p. Wien, 1856 ; chez M. Auer.

De la part de M. le docteur Benedikt Kopezky, *Uebersicht der Mineralwässer und einfachen Mineralien Steiermark's*, in-4, 26 p., Gratz, 1855.

De la part de M. Miguel Lerde de Tejada, *Cuadro sinoptico de la Republica mexicana en* 1856, 1 feuille grand-colombier, Mexico, 1856.

De la part de M. R. Ludwig, *Geologische Specialkarte des Grossherzogthums Hessen. — Section Friedberg*, in-8, 76 p., 1 carte et 1 pl. de coupes, Darmstadt, 1855 ; chez G. Jonghaus.

De la part de M. le docteur Jos. Szabó : *Erster Jahres-Bericht der K. K. Ober-Real-Schule der Königlich freien Hauptstadt Ofen*, in-4, Ofen, 1856.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1856 : 1er sem., nos 24 à 26 ; 2e sem., nos 1 à 17.

Annuaire de la Société météorologique de France. T. II, 1854, *Tableaux météorologiques*, f. 42-44. — T. III, 1855, *Bulletin des séances*, f. 30-36.

Bulletin de la Société de géographie, 4e sér., t. XI, nos 65 et 66, mai et juin 1856 ; t. XII, n° 67, juillet 1856.

Annales des mines, 5e sér., t. VIII, 4e et 5e liv. de 1855.

L'Institut, 1856, nos 1172 à 1191.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 9e année, nos 90 à 93, juin à septembre 1856.

Société impériale et centrale d'agriculture, *Bulletin des séances*, 2e sér., t. XI, nos 5 et 6.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences, arts et

belles-lettres du département de l'Aube, t. XX de la collection; t. VII, 2e sér., nos 37 et 38.

Journal d'agriculture de la Côte-d'Or, nos 1 à 6, janvier à juin 1856.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs, 3e sér., 1er volume, 1856.

Bulletin de la Société d'études scientifiques et archéologiques de la ville de Draguignan, t. Ier, janvier et avril 1856.

Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire, t. XXXIV, no 2, juillet à décembre 1854; t. XXXV, nos 1 et 2, janvier à décembre 1855.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1855.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, nos 134 et 135.

Annales des sciences physiques et naturelles, etc., publiées par la Société impériale d'agriculture, etc., de Lyon, 2e sér., t. VI, 1854.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences, belles-lettres, etc., de Lyon. Classe des sciences (*nouvelle série*), t. III et IV. — *Classe des lettres* (*nouvelle série*), t. III.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale de Saint-Étienne, t. I, IVe liv., avril, mai, juin 1856, avec un atlas de 5 pl. in-folio.

Société impériale d'agriculture, etc., de Valenciennes, VIIe année, nos 11 et 12; VIIIe année, no 1.

Bulletin de la Société archéologique de Sens, années 1853 et 1854.

Philosophical Transactions of the royal Society of London for the year 1856, vol. 146, part. I.

Proceedings of the royal Society; vol. VIII, nos 20 et 21.

Transactions of the royal Society of Edinburgh, vol. XXI, part, III, *for the session* 1855-1856.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh. Session 1855-1856.

The Quarterly journal of the geological Society of London, vol. XII, nos 46 et 47, may and august 1856.

The Athenæum, 1856, nos 1495 à 1514.

Die Entstehung und seitherige Wirksamkeit des mittelrheinischen geologischen Vereins, in-8, XVI p.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, t. V, bulletin nº 38.

Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel, 3e cahier.

Mémoires de la Société royale des sciences de Liége, t. X.

M. Deville, en offrant à la Société douze lettres adressées à MM. Élie de Beaumont et Dumas, sur les phénomènes volcaniques de l'Italie méridionale, annonce qu'il présentera dans une prochaine séance le résumé des idées générales qu'il a déduites de l'observation des faits sur les lieux.

M. le Président prend la parole pour exprimer les regrets de la Société à l'occasion des pertes très douloureuses qu'elle a éprouvées depuis sa dernière réunion dans la personne de quatre de ses membres : M. Constant Prévost, M. J. Haime, M. Puton et M. de Collegno.

La Société, en s'associant aux regrets exprimés par M. le Président, accueille avec reconnaissance l'offre faite par M. d'Archiac de rédiger une notice sur M. J. Haime, et celle de M. le général de la Marmora, transmise par M. Delesse, de rédiger également une notice sur M. de Collegno.

A la demande de plusieurs membres, M. le Président donne lecture du discours qu'il a prononcé sur la tombe de M. Constant Prévost.

Il annonce ensuite que M. J. Desnoyers s'occupe de rédiger sur M. Constant Prévost une notice plus étendue qui sera communiquée à la Société.

M. le Président soumet à la Société la proposition faite par le Conseil de nommer un vice-président en remplacement de M. J. Haime. Cette proposition est repoussée à la majorité, après une courte discussion.

M. le Trésorier présente l'état suivant de la caisse au 31 octobre dernier :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1855. .	2,032 fr.	05 c.
La recette, depuis le 1er janvier 1856, a été de	22,584	40
Total. . .	24,616	45
La dépense, depuis le 1er janvier 1856, a été de	21,612	05
Il restait en caisse au 31 octobre 1856. . . .	3,004 fr.	40 c.

M. Hébert donne lecture d'un mémoire qu'il vient de terminer sur le terrain jurassique (1). L'auteur s'est proposé un double but : d'une part, lever les incertitudes qui se sont accumulées depuis quelque temps autour des limites des principaux étages jurassiques, et, d'autre part, déduire de l'observation des rivages de la mer aux différentes époques de cette période les mouvements du sol dans le nord de la France, et même dans la France entière.

Les conclusions théoriques adoptées dans ce travail sont le résultat d'un nombre considérable de faits observés par l'auteur, pendant douze années, dans les différentes parties du bassin de Paris. Des descriptions détaillées, des coupes nombreuses et une coupe générale au $\frac{1}{160000}$, allant de Sainte-Menehould à l'Ardenne par Montmédy à travers toute la série jurassique, permettront au lecteur de juger par lui-même de l'exactitude des observations.

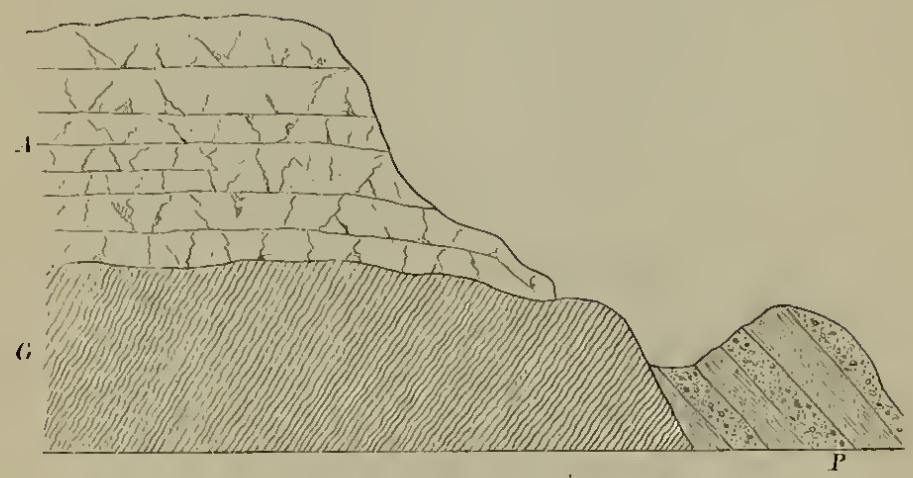
M. Coquand fait la communication suivante :

---

(1) Ce travail, présenté et déposé à l'Académie des sciences le 3 novembre 1856, a paru en janvier 1857, à la librairie Hachette, sous le titre : *Les mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris, ou classification des terrains par les oscillations du sol. — 1re partie. — Terrain jurassique.*

Mémoire de M. COQUAND.

Fig. 2.



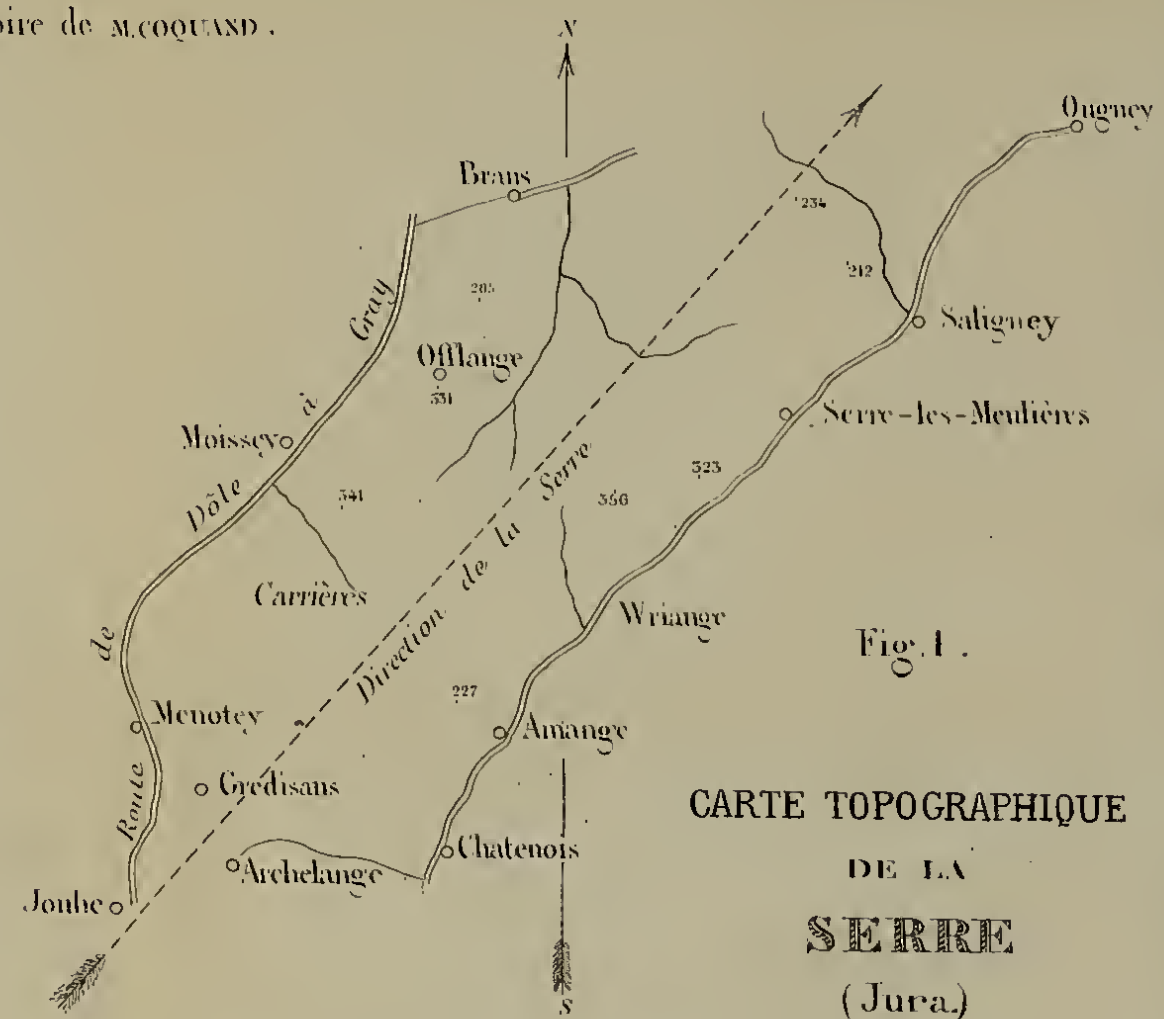
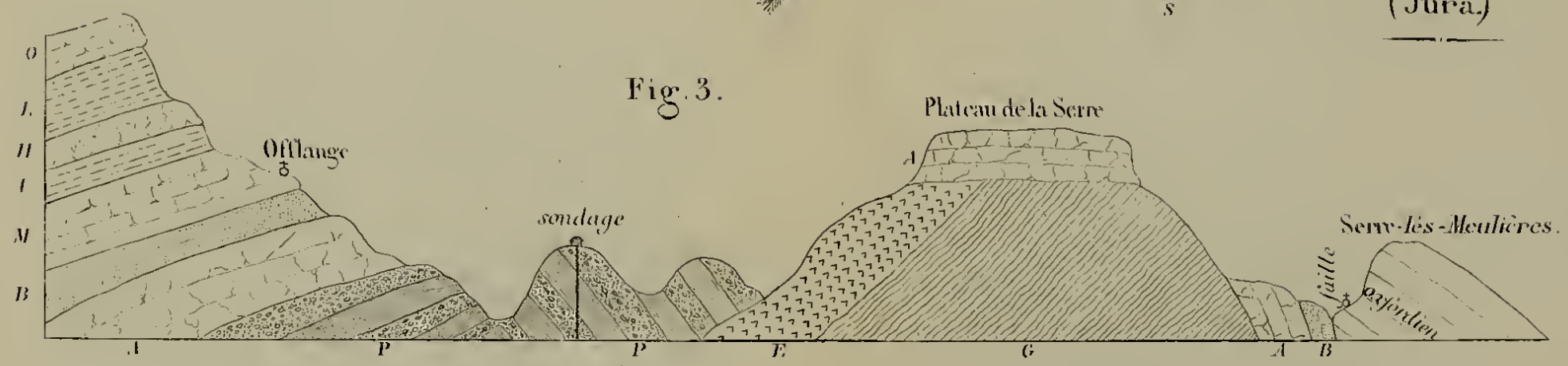


Fig. 1.

CARTE TOPOGRAPHIQUE
DE LA
SERRE
(Jura.)

Fig. 3.



Grav. par Avril fils

Lith. Kaeppelin Q. Voltaire 17.

Mémoire géologique sur l'existence du terrain permien et du représentant du grès vosgien dans le département de Saône-et-Loire et dans les montagnes de la Serre (Jura), par M. H. Coquand, professeur de géologie et de minéralogie à la Faculté des sciences de Besançon.

On a beaucoup discuté sur la position géologique que les arkoses occupent dans les montagnes granitiques du Morvan et de la Bourgogne. Les recherches de M. de Bonnard sur ces grès feldspathiques, ainsi que les travaux plus récents du colonel Rozet et d'autres géologues, ont eu pour résultat de démontrer qu'il en existe à divers niveaux, et que par conséquent le caractère minéralogique seul ne saurait être invoqué *à priori* pour établir sûrement la place qu'il convient de leur assigner. En effet, dans la chaîne qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône, on observe des arkoses dans le terrain houiller, dans le grès rouge, dans le grès bigarré et à la base de la formation jurassique. J'ai eu moi-même l'occasion d'en signaler de très bien caractérisés au milieu de sables tertiaires, même dans des dépôts éloignés des roches granitiques, notamment dans les environs de Parcou et de Chalais (département de la Charente).

On sait que M. Rozet (1) a introduit, dans son terrain de grès rouge (*Tothe rodtliegende* des Allemands), la totalité des grès feldspathiques qui recouvrent une grande partie de la surface de la formation houillère, dans la vallée de la Bourbince et de la Dheune; tandis que M. Manès (2) en fait une dépendance de l'étage des grès bigarrés, en rejetant les arkoses proprement dites dans l'étage keupérien.

La compagnie du Creuzot a ouvert dernièrement plusieurs puits au milieu des grès rouges, afin d'atteindre les bancs houillers dans la profondeur, et ces puits, ainsi que des sondages pratiqués sur d'autres points, ont dévoilé une épaisseur considérable que les accidents de la surface étaient loin de faire soupçonner. D'un autre côté, une compagnie a foncé près de Charmoy un puits au milieu des grès et des schistes bitumineux qui présentent tous les caractères particuliers des roches du véritable terrain houiller, mais dont les empreintes végétales découvertes à divers niveaux appartiennent pour le plus grand

---

(1) *Mémoire géologique sur la masse de montagnes qui séparent le cours de la Loire de ceux du Rhône et de la Saône*, Paris, 1840. (*Mém. Soc. géol. de France*, t. IV, 1re partie, p. 53.)

(2) *Statistique minéralogique, géologique et métallurgique du département de Saône-et-Loire*, Mâcon, 1847.

nombre à des *Walchia* caractéristiques de la formation permienne. Ces doubles recherches offraient cela de particulier, à l'époque où j'étudiais le terrain houiller de Blanzy, que la compagnie du Creuzot en choisissant pour l'emplacement de ses travaux les grès rouges était convaincue qu'elle s'était placée au-dessous des schistes à *Walchia Schlotheimii*, tandis que celle de Charmoy, dont le puits traversait les couches de ce dernier système, se croyait en plein dans le terrain houiller. Cette question controversée éveilla naturellement mon attention, et je fus impatient de m'assurer si je ne trouverais pas dans cette partie de la France, entre la formation houillère et les grès bigarrés, le représentant du terrain permien, dont j'avais constaté l'existence dans les environs de Rhodez (1).

La solution de ce problème, outre l'intérêt spécial qu'il offrait, me permettrait, suivant toute vraisemblance, de rattacher au système géologique du Morvan une petite montagne granitique, vraie sentinelle perdue au milieu du Jura, qui, entre les vallées du Doubs et de l'Ognon, se montre non-seulement avec le cortége des grès rouges et des arkoses que l'on remarque dans l'arrondissement de Châlons, mais de plus avec la série complète du terrain triasique.

A la suite d'une communication verbale que je fis à la Société d'émulation du Doubs, sur la composition du terrain permien dans les départements de l'Aveyron et de l'Hérault (2), M. Pidancet visita de nouveau la forêt de la Serre, près de Dôle, et annonça avoir rencontré dans un grès que lui et moi regardions en 1833 comme étant du grès bigarré, plusieurs végétaux fossiles parfaitement conservés, entre autres les *Walchia Schlotheimii*, qui ne lui laissaient aucun doute sur l'existence du terrain permien dans le Jura.

L'objet de cette notice n'est point de fournir une description détaillée du terrain permien de l'arrondissement de Châlon, mais bien de confirmer par quelques faits nouveaux, et par la découverte de fossiles dont la détermination est rendue facile par leur bonne conservation, l'opinion émise déjà par M. Rozet, que le terrain permien existe dans cette partie de la France, et de démontrer surtout que l'îlot granitique recouvert par la forêt de la Serre, dans le département du Jura, est une dépendance, au point de vue de ses particularités et de ses affinités géologiques, des montagnes du Morvan, plutôt que des

---

(1) H. Coquand, *Description géologique du terrain permien du département de l'Aveyron et de celui des environs de Lodève* (*Hérault*) (*Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XII, p. 128.

(2) *Mémoires de la Société d'Émulation du département du Doubs*. 2e série, vol. VI, 1854, 2e livraison, p. XXII.

montagnes des Vosges ; avec cette différence pourtant, que le muschelkalk est très bien représenté dans la Serre, tandis qu'il est presque complétement effacé dans le département de Saône-et-Loire, si toutefois il y existe. La comparaison de ces deux régions est indispensable pour atteindre le but que je me suis proposé.

Le bassin houiller de Blanzy et du Creuzot a la forme d'une ellipse dirigée du N.-E. au S.-O., et dont les extrémités du grand axe, qui est sensiblement parallèle au canal central, aboutissent à la Loire et à la Saône. Cette direction prolongée passe sans déviation par le centre de l'îlot granitique de la Serre, et rencontre le massif du terrain de grès rouge compris entre Belfort et Giromagny, au pied des Vosges : elle se confond sensiblement avec l'orientation du système du Rhin. Une ligne de faîte, qui le traverse longitudinalement dans presque toute son étendue, établit un double pendage en sens opposé, et fait que les cours d'eau deviennent tributaires, partie de l'Océan, partie de la Méditerranée. Ce bassin est recouvert presque complétement par un manteau puissant de grès à éléments feldspathiques, et d'argiles de couleur généralement rougeâtre, qu'à l'exception de M. Rozet les géologues, qui ont écrit sur cette contrée, ont classé dans l'étage des grès bigarrés. Leur épaisseur est considérable, car le puits de recherche creusé à la Gaîté, entre Blanzy et Montcenis, a atteint la profondeur de plus de cent mètres, sans avoir recoupé de formations plus anciennes. A partir de Perrecy, entre Toulon et Charolles, jusqu'à Saint-Bérain, on voit les grès s'appuyer directement sur les couches du terrain houiller, sans qu'on remarque aucun passage entre eux. Leur indépendance réciproque est manifeste ; mais au centre même du bassin, entre Sauvigne et Saint-Eugène, et entre Blanzy et Charmoy, on observe un système puissant de grès grisâtres micacés alternant avec des argiles de même nuance, et supportés par des argiles brunes et bitumineuses. Ce système court sous forme de bandes étroites parallèles à la direction générale du bassin. Dans la carte géologique de la France il a reçu la teinte spéciale au terrain houiller, tandis que dans la carte géologique du département de Saône-et-Loire il est confondu avec l'étage des grès bigarrés. Or ces grès et ces schistes bitumineux, dont l'épaisseur paraît être très grande, et qui, comme le démontre le puits en voie de foncement à Charmoy, sont incontestablement inférieurs au manteau des grès rouges, contiennent à Charmoy même, et dans la carrière des Thérots, près de la Gaîté, une quantité considérable de plantes fossiles, dont les plus abondantes sont les *Walchia Schlotheimii* et *hypnoides*, ainsi que des Fougères et des Calamites ; mais ces derniers fossiles sont plus rares, et on les recueille surtout dans les schistes de Charmoy, qui sont infé-

rieurs aux grès des Thérots. J'ai trouvé aux Thérots des rameaux de *Walchia* terminés par des fruits qui consistent en des cônes oblongs revêtus d'écailles imbriquées.

Le terrain de grès bigarré de M. Manès (1), composé des argiles schisteuses à *Walchia*, ainsi que des grès rouges supérieurs, dont M. Rozet fait le *Tothe rodtliegende*, consiste en :

Poudingues à fragments d'eurites, de granites et de gneiss, réunis par un ciment de grès fin (au nord de la Coudraye) ;

Grès blanc à grains moyens ;

Grès quartzo-feldspathique très siliceux (Montcenis) ;

Psammites micacés grisâtres avec impression de plantes (Montcenis) ;

Marnes schisteuses, rougeâtres, très micacées (route de Blanzy à Montcenis) ;

Enfin, en argiles schisteuses noires, avec empreintes de roseaux et de fougères, et nodules de fer carbonaté. Ces argiles, dont les environs de Charmoy fournissent un bon exemple, constituent au milieu de la formation une bande continue, qui s'étend du puits près Saint-Romain à l'étang de Martenet, aux Chaumes, à la Coudraye, à Saint-Nizier et aux Mâchurons.

Comme les grès grisâtres micacés de la carrière des Thérots, qui alternent avec des marnes feuilletées, contiennent en très grande abondance les *Walchia Schlotheimii* et *hypnoides*, qui caractérisent les ardoises permiennes des environs de Lodève, et que celles-ci constituent le second terme de cette formation, la superposition ainsi que l'identité des fossiles permet d'assimiler ces deux localités et de les placer sous le même horizon géologique. On peut donc admettre raisonnablement que les argiles schisteuses noires avec empreintes de fougères dans les environs de Charmoy forment le troisième terme du système permien, et occupent la même position que les schistes bitumineux et les dolomies de Lodève. Les conglomérats et les poudingues, qui, dans cette dernière localité, sont la base du permien, seraient les équivalents des poudingues, qui s'appuient sur le terrain houiller dans Saône-et-Loire. On trouverait une ressemblance analogue pour les étages moyen et inférieur que j'ai établis dans la formation permienne des environs d'Alboy, où le fer carbonaté en rognons a été également signalé.

M. Manès (2) annonce que les poudingues, les grès résistants et les arkoses qui existent à la partie inférieure de la formation avec

(1) *Loc. cit.*, p. 122.
(2) *Loc. cit.*, p. 123.

psammites et argiles schisteuses, sont quelquefois assez difficiles à distinguer de la partie supérieure de la formation houillère avec laquelle ils offrent alors des passages, tandis que les grès blancs ou nuancés de diverses couleurs et les marnes schisteuses rougeâtres qui s'observent à la partie supérieure présentent quelquefois de très grandes ressemblances avec les marnes irisées. C'est dans des conditions à peu près identiques que se trouve le terrain permien des environs de Rhodez, où des argiles bitumineuses avec impressions végétales sont intercalées entre des conglomérats quartzeux (1er étage permien) et des calcaires noirâtres (zechstein) au-dessus desquels s'étend le grès bigarré. Nous avons constaté pareillement à Lodève que, près de Saumont, le terrain permien s'appuie sur un grès houiller rudimentaire caractérisé par la présence des Sigillaires et des Calamites.

Le même géologue, dont nous continuons à analyser le travail, reconnaît que ces diverses roches reposent le plus souvent à stratification discordante sur celles de la formation houillère et paraissent généralement moins inclinées que ces dernières. Nous ajouterons que, sur toute la limite méridionale du bassin de Blanzy, les grès couleur amarante reposent directement sur les grès houillers sans l'intermédiaire des grès et des argiles bitumineuses à *Walchia Schlotheimii*, et que le permien moyen et inférieur n'est développé par conséquent que dans la bande parallèle opposée qui occupe le centre du bassin. On peut conjecturer que le terrain permien existe aussi dans la concession du Creuzot, à en juger par les empreintes de *Walchia* qu'a eu l'obligeance de me montrer M. Aumont, ingénieur de la compagnie, empreintes qui ont été également rapportées par le fameux sondage qui au mois de juin, époque où je visitais la contrée, avait dépassé la profondeur de 800 mètres, sans avoir traversé aucune couche de houille, mais bien des schistes et des psammites, dont la plus grande partie pourrait appartenir à la formation permienne. Ces schistes bitumineux existent aussi dans les environs de Saint-Bérain, où ils ont été signalés par M. Virlet. L'existence du terrain permien dans le bassin de Blanzy est donc un fait bien établi, surtout dans la carrière des Thérots, dans les environs de Charmoy, qu'on peut citer comme fournissant les exemples les plus concluants, à cause des végétaux fossiles qui en proviennent. L'honneur de cette constatation revient de droit à M. Rozet, qui plaça dans les terrains permiens non-seulement les schistes bitumineux des environs de Saint-Bérain, où près de Charrecey on a découvert des débris de poissons et des coprolithes, mais encore ceux de Muse, d'Igornay et de Saint-Léger-des-Bois, dans le bassin d'Autun, qui renferment des poissons devenus célèbres, ainsi que des *Walchia*. On connaît les débats auxquels ont

donné lieu les questions qui se rattachent à la position qu'occupent dans la série stratigraphique les schistes bitumineux de Muse. A la Salle, suivant M. Rozet, ils reposent en stratification discordante sur le terrain houiller, ainsi qu'à Saint-Bérain. Enfin, aux yeux de cet habile observateur, l'existence à Muse du *Palæoniscus magnus*, qui abonde dans les schistes de la Thuringe, la présence à Comaille et à Igornay d'un calcaire gris de fumée, offrant tous les caractères minéralogiques du zechstein, subordonné aux schistes bitumineux, fournissent des arguments nouveaux et d'un grand poids pour faire considérer ces schistes comme faisant partie de la formation permienne, et les rapporter au système pénéen de l'Allemagne centrale. Les découvertes opérées par M. Fournet dans les environs de Neffiez (1), et les documents récents que mes travaux sur le terrain permien de l'Aveyron et de l'Hérault ont ajoutés à ceux que la science possédait déjà, donnent à cette opinion un degré de grande vraisemblance, pour ne pas dire de certitude. On sait aussi que M. Rozet sépare de l'étage des grès bigarrés les grès rouges supérieurs aux schistes bitumineux, et qu'il en fait l'équivalent du *rothe Todtliegende*. Pour lui, le premier terme de la formation triasique commence par les assises de l'arkose. Cette manière de voir, que nous partageons sans réserve, se vérifie avec une exactitude parfaite dans la montagne de la Serre, où les grès rouges permiens et les arkoses des grès bigarrés se montrent avec des relations identiques et dans un état d'indépendance réciproque complète.

M. Manès rapporte, au contraire, à son étage des grès bigarrés les schistes bitumineux et les grès rouges qui les surmontent. Les arkoses qu'il introduit dans le keuper forment la base des marnes irisées proprement dites : or, comme dans les environs de Levesiau (2) le terrain d'arkose repose en couches sensiblement horizontales sur un grès permien que ce géologue regarde comme du grès bigarré, en couches inclinées de 15 à 20 degrés, il résulterait de cette disposition que deux étages de terrain triasique seraient discordants entre eux ; mais cette discordance devient un fait très naturel et facile à expliquer, si l'on réfléchit que les grès considérés par M. Manès comme grès bigarrés ne sont autre chose que des couches de l'étage permien, tandis que les arkoses sont réellement du grès bigarré inférieur. La séparation du terrain permien se trouve donc nettement établie conformément aux règles admises en géologie, et par son indépendance relativement au terrain houiller et au trias, et par la nature de

(1) *Bull. Soc. géol. de France.* 2e série, t. VIII, p. 53.
(2) *Loc. cit.*, p. 129.

ses fossiles. M. Rozet, nous le répétons, a saisi et tracé très-heureusement les limites de ces trois formations superposées, en reconnaissant que le représentant du grès bigarré est une véritable arkose, c'est-à-dire une roche arénacée, composée de grains de quartz, de feldspath plus ou moins altéré, et de quelques paillettes de mica, réunis par un ciment généralement siliceux, et il distingue cette arkose triasique sans fossiles d'une autre arkose à ciment calcaire, supérieure aux marnes irisées, qui correspond au grès infraliasique, et contient des fossiles du lias.

Dans le département de Saône-et-Loire, le terrain d'arkose peut être subdivisé en deux assises (1), dont l'inférieure, épaisse de 5 à 15 mètres, est formée d'arkose pure, et la supérieure, puissante de 8 à 15 mètres, est composée de grès marneux, et de marnes vertes avec calcaire subordonné, soit blanc, semi-cristallin, non dolomitique, soit grisâtre, cristallin, siliceux. Nous devons appeler l'attention sur la présence du calcaire dans les parties supérieures du grès bigarré, parce que nous pensons qu'il y est le représentant, rudimentaire il est vrai, du muschelkalk, tandis que dans la Serre le calcaire conchylien, qui y occupe la même position, est très développé et dessine un horizon qui permet d'opérer la séparation du grès bigarré d'avec les marnes irisées.

Aux arkoses succède le keuper avec des bancs de gypse exploités dans les environs de Saint-Léger-sur-Dheune ; puis viennent le grès infraliasique, le calcaire à Gryphées et la série jurassique. En résumé, donc, on a reconnu dans le département de Saône-et-Loire, et surtout dans l'arrondissement de Châlon, qui nous sert plus spécialement de terme de comparaison pour la constitution géologique de la montagne de la Serre, à partir du terrain houiller, et en remontant jusqu'au grès infraliasique :

1. La formation houillère ;
2. La formation permienne s'annonçant, à sa base, par des poudingues, à sa partie moyenne, par des argiles schisteuses, noires, avec fer carbonaté, par des grès jaunâtres avec *Walchia Schlotheimii* et *hypnoides*, et à sa partie supérieure, par des grès rouges très puissants ;
3. La formation triasique, consistant en deux étages distincts : d'abord le grès bigarré, composé d'arkose et de grès sableux, avec couches de calcaire (muschelkalk ?) subordonné, ensuite des marnes irisées composées de marnes bariolées, de gypse et de dolomie ;
4. La série jurassique, débutant à sa base par un grès feldspathique à ciment calcaire.

---

(1) Manès, *loc. cit.*, p. 126.

On reconnaît de plus que le terrain permien est discordant avec la formation houillère et avec la formation triasique, et que sa position est par là même franchement déterminée et stratigraphiquement et paléontologiquement.

Une succession à peu près identique se reproduit dans le département de l'Aveyron, près d'Alboy, où l'on rencontre au-dessus du terrain granitique :

1. La formation houillère ;
2. La formation permienne, occupée, à sa partie inférieure, par des poudingues, à sa partie moyenne, par des schistes bitumineux avec plantes fossiles et rognons de fer carbonaté, et à sa partie supérieure, par des calcaires en couches bien réglées (*Zechstein*) ;
3. La formation triasique, qui se laisse subdiviser en deux étages distincts : d'abord le grès bigarré, et ensuite les marnes irisées composées de dolomies et de marnes bariolées ;
4. La série jurassique.

Il est à remarquer en outre que, si à Alboy même le terrain permien est concordant avec le terrain houiller, sous Rhodez, où il n'est représenté que par le zechstein, il déborde du bassin où il est le mieux développé, et il s'affranchit de toute subordination par rapport à ce premier : or, une disposition semblable se reproduit dans le bassin houiller de Blangy.

La coupe des terrains des environs de Lodève est indiquée, au-dessus des terrains de transition, par l'échelle suivante :

1. La formation houillère ;
2. La formation permienne, que l'on peut diviser en quatre étages : le premier, composé de poudingues ; le deuxième, de dolomies et de schistes bitumineux ; le troisième, de grès ardoisiers avec *Walchia Schlotheimii* et *hypnoides*, et le quatrième, de schistes noirâtres ;
3. La formation triasique, qui a deux étages : le grès bigarré avec *Calamites arenaceus* et *Woltzia brevifolia*, et les marnes irisées ;
4. La formation jurassique.

Ces diverses coupes prises sur trois points éloignés les uns des autres, à part quelques variations dans les caractères minéralogiques, indiquent d'une manière suffisante que, dans une grande partie de la France, le terrain permien s'est formé sous l'influence de circonstances à peu près identiques.

Nous touchons à présent à la seconde partie de notre travail. Il nous reste à donner la description de la montagne de la Serre, et à

démontrer que cette oasis granitique, perdue au milieu des calcaires du Jura, se rattache par tous les caractères pétrographiques et paléontologiques aux divers terrains que nous venons d'indiquer dans le département de Saône-et-Loire.

Entre Dôle, Auxonne, Pesmes et Gendrey, se dresse, sous forme de bourrelet montagneux entièrement enclavé au milieu du terrain jurassique, un massif qui, par la nature des matériaux dont il est composé, contraste avec les terrains dominants de la contrée. Ce massif, dirigé sensiblement du S.-O. au N.-E., est logé dans un espace triangulaire dont il peut être considéré comme la base, et dont les deux autres côtés un peu amplifiés seraient la Saône et la rivière de l'Ognon. Le sommet pointe vers le N.-O., dans la direction de Pontallier. La section par un plan horizontal donne une ellipse allongée dont le grand axe ne dépasse pas 17000 mètres, et dont la largeur moyenne mesurée aux foyers de l'ellipse varie de 3500 à 5000 mètres. Son altitude absolue est de 380 mètres, et elle se soutient égale d'une manière assez uniforme dans toute son étendue, excepté à ses deux extrémités, où elle se déprime graduellement en s'enfonçant au-dessous des calcaires du Jura. A une différence de composition minéralogique correspondent des modifications dans la végétation : on n'y retrouve plus la flore des terrains calcaires, mais bien des plantes qui rappellent jusqu'à un certain point les montagnes de la Bretagne ou le bocage de la Vendée. C'est qu'en effet on marche sur un sol formé au détriment des roches granitiques désagrégées sous l'influence des agents atmosphériques, ou remaniées par les eaux. La physionomie que prend la Serre est, en un mot, celle des montagnes primitives à formes ballonnées et confuses, et que recouvrent des forêts vigoureuses.

Le granite schistoïde occupe le centre du massif dont il constitue l'axe orographique et minéralogique, et il est recouvert circulairement par des bancs puissants de grès et d'arkoses, dont nous allons esquisser l'histoire, en retraçant le rôle géologique qu'ils remplissent. A l'exemple de ce que nous avons déjà fait pour le département de Saône-et-Loire, notre description ne s'étendra pas au delà de la limite des grès infraliasiques, les étages supérieurs de la formation jurassique n'offrant aucune particularité remarquable qui ne soit connue de tous les géologues. Notre programme se trouve donc tout tracé par le tableau suivant des terrains que nous avons reconnus, et dont nous nous occuperons successivement.

1. Terrain granitique ;
2. Terrain porphyrique,

3. Terrain permien ;

4. Terrain triasique { A. Grès bigarré { Arkose, Grès bigarré proprement dit, ; B. Muschelkalk, ; C. Marnes irisées ;

5. Grès infra-liasique.

1° TERRAIN GRANITIQUE. — La roche dominante (Pl. I, fig. 3) et qu'on peut considérer comme formant la roche de fondation qui supporte le terrain stratifié est un granite G feuilleté, schistoïde (gneiss) disposé en larges écailles entrelacées, de couleur rouge tendre, à mica argentin blanchâtre, feldspath orthose rosé, et noyaux de quartz hyalin. Ces divers éléments varient dans leur volume et leur distribution, et donnent naissance à une foule de variétés depuis les leptynites grenus jusqu'aux pegmatites, en passant par toutes les nuances intermédiaires : quelquefois de grands cristaux d'orthose hémitropes lardent régulièrement la roche, qui devient alors porphyroïde, et présente les caractères d'un véritable granite d'éruption. On peut en étudier un bon exemple à la gorge de Wriange, un peu au-dessus du Moulin-du-Bois, au pied même de la Serre. Cependant, malgré son apparence massive, sa schistosité se trahit toujours dans les blocs d'une certaine dimension, et la roche ne diffère réellement des autres gneiss de la contrée que par un simple accident minéralogique et la couleur de son mica, qui est noir. On observe quelquefois entre les surfaces des feuillets un enduit de talc argentin à écailles très fines, contiguës, qui leur donne un aspect satiné très agréable à l'œil. Ces gneiss talcifères abondent surtout dans le bois de Menotey et dans la raie des Gorges, en face de Moissey. Une autre variété se rencontre lorsqu'on se rend de Wriange à Moissey par le sentier le plus direct, et qu'après avoir dépassé le chemin dit de la Poste, on atteint par un ravin creux le vallon qui débouche de la Serre dans la direction du village d'Offlange. Cette variété consiste en un granite schistoïde, dont la pâte noirâtre ressemble assez à une eurite fissile au milieu de laquelle s'isolent des petits cristaux d'orthose rose, avec cette différence, que le mica, qui est de couleur noirâtre et mat, quoique parfaitement visible, a perdu sa cristallinité ordinaire ; seulement la masse prend l'apparence d'une phyllade porphyroïde. Une variation de même nature se reproduit dans les alentours du village de Serre. Le chemin qui, un peu au-dessus de l'abreuvoir public, conduit à la forêt, est traversé par du gneiss euritique, qui se fond insensiblement dans la masse du gneiss ordinaire. Toutefois les roches que l'on recoupe dans le bois d'Offlange ont une tendance encore plus prononcée à la structure porphyrique, et l'on voit le gneiss le

mieux caractérisé se dépouiller peu à peu de son mica et de sa schistosité, et revêtir une texture entrelacée et confuse : le feldspath, de lamellaire et de cristallin, devient compacte et se transforme en une pâte pétro-siliceuse dans laquelle s'isolent des cristaux d'orthose rose comme dans les porphyres. La modification extrême conduit à un véritable pétro-silex à cassure conchoïde qui ne conserve plus aucun des caractères primitifs du granite schistoïde dont il n'est réellement qu'une variété dégradée.

La formation granitique contient, à l'état subordonné, quelques filons de granite à gros grains et de quartz hyalin amorphe. Les premiers, dont la puissance dépasse rarement 50 centimètres, sont composés de granite rose à éléments volumineux, pauvres en mica, et passant à la pegmatite. Souvent des cristaux de quartz effilés, fichés dans les lames mêmes de l'orthose, donnent naissance à la variété qui est connue sous le nom de *granite hébraïque*. Quelquefois aussi, mais cet accident se manifeste rarement, on trouve ces filons composés d'un granite à petits grains, et formés de deux feldspaths, l'un blanc et l'autre rose, mais tous deux à surface miroitante et appartenant au même système cristallin, qui est celui de l'orthose.

Le gneiss se désagrége avec la plus grande facilité, et le produit de la désagrégation est une arène granitique qui semble n'atteindre qu'un ciment siliceux pour se changer en arkose. L'altération, à son tour, a pénétré si profondément dans les roches en place, que l'on ne peut demander des échantillons de collections qu'aux blocs épars çà et là à la surface du sol ou roulés dans les torrents, et dont les éléments plus résistants se sont montrés plus rebelles à la décomposition générale.

2. Terrain porphyrique. — J'avoue qu'un sentiment de pure convenance pour les idées reçues m'engage seul à introduire un terrain de porphyre dans la forêt de la Serre : car, ainsi que je l'ai déjà fait observer, en indiquant le passage graduel des gneiss à des roches pétro-siliceuses compactes et porphyroïdes, il est impossible d'opérer une séparation satisfaisante dans ce tout indivisible ; et ce qu'offre de mieux l'association de ces roches dans cette partie ignorée du Jura, c'est qu'elle répète les mêmes accidents minéralogiques qui, dans l'île d'Elbe, particularisent la formation granitique et porphyrique, en montrant que des granites à grands cristaux de feldspath, des pegmatites tourmalinifères, les représentants les plus éclatants des roches pyrogènes, se transforment en des porphyres quartzifères, en des eurites et en des pétro-silex compactes, sans qu'il soit possible au géologue de reconnaître sur place les limites où finissent les uns

et où commencent les autres. Cette inséparabilité est encore plus manifeste dans les environs d'Offlange et de Moissey, où les gneiss G (fig. 3), qui forment l'axe minéralogique de la montagne de la Serre, ont pour manteau extérieur, surtout sur le versant occidental, une couche de pétro-silex E doublée de gneiss ; de sorte qu'il existe entre ces deux roches, si différentes à leurs pôles opposés, une liaison aussi intime qu'entre les enveloppes corticales externe et interne d'un végétal. Quoi qu'il en soit, les roches de notre terrain porphyrique se résument en trois types, qui sont : 1° des gneiss pétro-siliceux, 2° des eurites pétro-siliceuses, et 3° des pétro-silex porphyroïdes.

Quand on pénètre, par Moissey ou par Offlange, dans la forêt de la Serre, on rencontre, après avoir dépassé les grès permiens dont nous parlerons incessamment, des pétro-silex à cassure largement conchoïde, dont la couleur dominante est le vert poireau, l'olivâtre, le rouge sombre, le jaunâtre et le gris sale. Ces diverses teintes sont souvent réunies sur un même échantillon. Ils contiennent fréquemment de petits cristaux de fer sulfuré cubique qui, lorsqu'ils ont disparu par une cause quelconque, laissent vides les cavités qu'ils occupaient primitivement. Des variétés compactes ou à grains fins présentent toujours quelques points miroitants d'un ton plus pâle qui, examinés à la loupe, se laissent reconnaître pour appartenir à des cristaux hémitropes d'orthose. Ces cristaux deviennent de plus en plus abondants à mesure que l'on se rapproche des gneiss, et conduisent à des variétés porphyroïdes qui seraient de véritables porphyres, si la forme en était plus nette et mieux définie dans les contours ; enfin, à la limite des gneiss, des oscillations dans la composition, qu'il serait difficile de traduire en langue écrite, font que des granites schistoïdes deviennent indifféremment des gneiss porphyroïdes ou des porphyres gneissiques. Ces oscillations créent des embarras même pour une classification : car, s'il est facile d'appliquer des noms différents aux termes extrêmes de la série, les roches de passage, à cause de leur hybridité, se prêtent moins aisément à une spécification rigoureuse.

Les roches pétro-siliceuses, comme on peut s'en assurer au ruisseau de l'Ermitage et sur la route de Moissey à Amange, sont divisées, par des lignes de retrait, en nombreux fragments polyédriques, qui leur donnent les apparences d'un clivage souvent régulier, et pourraient les faire prendre pour des roches d'origine sédimentaire en trompant sur leur direction véritable. Elles sont exploitées en plusieurs endroits, et elles fournissent des matériaux excellents pour l'entretien des routes.

Si l'on se bornait à étudier les eurites sur la pointe où elles sont le

mieux développées, sans s'occuper de leur liaison et de leur subordination par rapport aux granites schistoïdes, on pourrait être tenté de les considérer comme des roches d'origine éruptive, et qui, à la manière de certains porphyres de la chaîne des Vosges, se seraient fait jour à travers le terrain granitique : mais les détails qui précèdent suffisent pour montrer qu'elles ne sont qu'un des termes du gneiss modifié probablement par des influences particulières de refroidissement ou de cristallisation. Au surplus elles n'empâtent aucun débris de granite. On ne doit pas non plus les regarder comme des filons-couches analogues à des dykes parallèles à la stratification des masses sédimentaires entre lesquelles elles se seraient insinuées. Elles ne jouent par conséquent qu'un rôle purement passif dans la forêt de la Serre.

Le passage minéralogique entre ces eurites, les granites et les porphyres a été également signalé par M. Rozet (1) dans les montagnes qui séparent la Loire du Rhône et de la Saône. Ce géologue dit d'une manière positive que le granite passe insensiblement aux porphyres par la diminution de ses cristaux, qui finissent par n'être plus que disséminés dans une pâte homogène ; que d'un autre côté il passe au leptynite, et par suite au gneiss, à peu près de la même manière ; en sorte que de chaque côté de la masse granitique, c'est-à-dire dans le voisinage du porphyre et du gneiss, il existe deux espèces de roches qui se ressemblent beaucoup minéralogiquement.

3. Terrain permien. — Le terrain permien avait déjà été en 1837 rapporté au *rothe Todtliegende* par M. E. Richard (2), qui pensait, à tort, avoir découvert au ruisseau du Pré-des-Veaux, entre Offlange et Moissey, des indices de terrain houiller ; mais ce géologue avait plutôt établi ce rapprochement par sentiment que d'après des faits rigoureux d'observation. Ainsi les rapports des arkoses avec le muschelkalk lui avaient complétement échappé, car il les supposait postérieurs au terrain jurassique, et il avait aussi méconnu l'existence du grès bigarré. Les géologues qui en ont fait du grès vosgien sont tombés dans une erreur analogue : ils l'ont trop rajeuni, puisque les plantes fossiles qu'il renferme lui assignent sa place dans le système qui a immédiatement succédé au terrain houiller, et qui, désigné d'abord par le nom de *pénéen*, est aujourd'hui connu plus généralement sous celui de *permien*. Dans la forêt de la Serre (Pl. I, fig. 3) il s'appuie directement sur le gneiss et sur les eurites pétro-siliceuses. A cause d'une faille qui, comme on le dira plus tard, a fait buter la

(1) *Loc. cit.*, p. 144.
(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 1re série, vol. VIII, p. 152.

formation jurassique contre le terrain primitif sur les flancs de la montagne qui fait face à la chaîne du Jura, il ne devient visible que sur le pendage septentrional, et c'est principalement entre Moissey et Saligney qu'il prend son plus grand développement. De plus, il n'y a que la partie supérieure, c'est-à-dire les grès, qui affleure.

La composition du terrain permien est fort simple : les matériaux dont il est formé consistent en des poudingues, des grès d'une couleur rougeâtre très foncée, alternant avec des argiles sableuses micacées lie-de-vin ou verdâtres. Ces roches, remaniées ayant peu de cohérence, fournissent des terrains friables et délitables, recouverts indistinctement par des forêts ou par des vignes, là où leur exposition au midi permet d'établir des vignobles. Les poudingues sont surtout visibles dans le quartier des Croisières, entre Offlange et le bois de Montmirey, et sur les flancs occidentaux de la bande granitique. Le sentier qui conduit de ce premier village à celui de Serre les traverse obliquement jusqu'à leur rencontre avec les roches de gneiss. Les éléments consistent en cailloux roulés de gneiss, de granite et de quartz, de volume variable, confondus sans ordre, et agglutinés par un ciment de grès de même matière que les gros fragments, mais triturés et colorés en rouge par le peroxyde de fer. Toutefois les poudingues ne sont pas relégués dans une position unique ; ils se montrent à divers niveaux et alternent avec des grès polygéniques et des argiles micacées.

Les grès ne diffèrent réellement des poudingues que par le volume moindre de leurs cailloux. On y distingue des variétés composées presque entièrement de grains de quartz vitreux dans la cassure, mais salis à la surface par du fer peroxydé, et d'autres variétés, dans lesquelles prédominent des fragments de feldspath à cassure brillante, et qui, mêlés à du mica et à du sable quartzeux, donnent naissance à une véritable arkose à gros grains, qui ne diffère des arkoses du grès bigarré que par la position, la coloration et l'absence de tout ciment siliceux. Cependant, ces grès sont presque constamment d'une structure grossière. Les bancs de grès et de poudingues sont séparés par des couches d'argiles sableuses schisteuses, et dont la schistosité est due à de nombreuses paillettes de mica interposées entre les feuillets.

Les argiles sont relativement peu développées : elles sont en général rudes au toucher, teintes en rouge hématoïde et maculées de vert : ces deux couleurs sont quelquefois représentées dans un même banc, mais on peut dire que la première est prédominante. Elles ne sont jamais pures, et par les nombreux grains de quartz et de feldspath, ainsi que par les paillettes de mica qu'elles retiennent, on voit qu'elles

constituent le terme extrême, à éléments atténués, des grès de la formation.

Bien que la stratification, considérée dans son ensemble, soit assez distincte, cependant le terrain permien de la Serre, qui a été formé presque exclusivement aux dépens des granites, porte dans la manière dont les fragments sont mélangés et dans l'envahissement réciproque des bancs de grès, de poudingues et d'argiles, les traces de l'agitation du liquide au sein duquel il a été déposé : c'est une formation d'origine essentiellement mécanique, et qui, pendant la période de la sédimentation, a été soumise à des alternatives de tranquillité et d'agitations d'intensité variable.

On a ouvert au sud de Moissey une carrière, d'où l'on retire des matériaux d'assez mauvaise qualité. Cette carrière se trouve au pied de la Serre, sur la berge gauche d'un petit ruisseau qui descend du vallon connu sous le nom des *Gorges*. Les fouilles sont pratiquées sur un escarpement, dont les bancs qui le composent sont inclinés de 25 à 30 degrés vers l'ouest, et dont la direction est sensiblement N.-E., S.-O. C'est dans cette localité qu'on a découvert, au milieu des argiles subordonnées aux grès polygéniques, des empreintes très bien conservées de *Walchia*, dont les plus abondantes sont les *W. Schlotheimii* et *hypnoides*. On trouve même des rameaux terminés par leurs fruits coniques. Une très grande fougère, dont nous n'avons pu déterminer l'espèce, a été recueillie dernièrement sur le chemin des Gorges par M. Contejean. J'ai observé à Moissey, provenant des mêmes grès, un fragment de tige végétale, à surface cannelée, dont le diamètre à la base dépassait 12 centimètres. L'ouvrier qui avait retiré cette pièce m'a assuré que sa longueur totale, avant sa mutilation, était d'un mètre 50 centimètres au moins. Enfin, pour compléter l'énumération des richesses paléontologiques que l'on connaît de la Serre, je dois ajouter que, dans la dernière excursion que j'ai faite à Moissey, en compagnie de mon collègue M. Grenier, j'ai recueilli un fragment incomplet de mâchoire de saurien, dont le genre se rapporte au *Protosaurus* d'H. de Meyer, et l'espèce me paraît appartenir au *Monitor fossile de la Thuringe* de Cuvier (*Protosaurus Speneri*, H. de Meyer). Ce fragment, long de 10 centimètres, porte treize dents éloignées, assez minces, allongées, pointues, légèrement recourbées et comprimées, bordées d'émail lisse avec une arête externe non denticulée. Le mode d'implantation des dents rappelle l'organisation des crocodiliens, car on reconnaît qu'elles sont logées dans des alvéoles distinctes, ce qui place notre reptile dans la famille des *Thécodontes*. La neuvième dent, à partir de l'extrémité antérieure de la mâchoire, est plus grande que les autres ; elle mesure 30 millimè-

tres, à partir de la saillie externe de l'os maxillaire, tandis que celles qui en sont le plus rapprochées, et la plus grande parmi elles, n'atteignent au plus que le tiers de cette dimension.

On peut étudier une bonne coupe du terrain permien au-dessous du village d'Offlange, et cette coupe présente d'autant plus d'intérêt qu'elle montre la succession des étages triasiques ainsi que la transgressivité, ou, si l'on aime mieux, la discordance des grès bigarrés avec les grès rouges à *Walchia Schlotheimii*. En effet (Pl. I, fig. 3) en descendant du village qui est bâti sur un escarpement du muschelkalk M, on recoupe successivement au-dessous des derniers bancs calcaires des argiles sableuses micacées B, qui représentent la partie supérieure des grès bigarrés et des arkoses A en couches épaisses, qui en constituent la base. Les arkoses, dont l'inclinaison est très faible, et que l'on dirait être horizontales, s'appuient sur les grès permiens, lesquels au fond du vallon sont inclinés de près de 22 degrés, avec pendage vers le N.-O. Toutefois, quand on gravit les pentes opposées du ravin, les couches s'inclinent en sens opposé, et viennent buter par conséquent contre le massif de la Serre. Je n'ai pu déterminer si le changement dans les allures de la stratification était dû à une faille ou bien à une simple disposition en forme de voûte, et dont les portions courbes auraient été enlevées par dénudation. C'est sur un mamelon, petit promontoire jeté en dessus de deux vallées qui se confondent un peu plus bas, et qui les domine de 30 mètres environ, qu'en face d'Offlange on a établi un sondage destiné à découvrir le terrain houiller au-dessous du permien : il a été poussé jusqu'à la profondeur de 115 mètres sans avoir franchi les grès rouges. La formation houillère n'affleure nulle part dans la montagne de la Serre. Si l'on parvient à démontrer d'une manière péremptoire que les terrains permiens traversés par le puits de Charmoy, dans le département de Saône-et-Loire, sont concordants avec le terrain houiller du bassin de Blangy, en appliquant par analogie la même conclusion à la Serre, les recherches de la houille au-dessous des grès rouges sont rationnelles : or, si quelques exemples de concordance ont été cités, d'autres exemples mettent aussi en évidence l'indépendance du terrain permien (1), indépendance qui rend l'existence souterraine de la houille au moins très problématique, surtout pour une contrée éloignée des points que l'on choisit pour terme de comparaison, et où les accidents que peuvent présenter les terrains recouverts sont complétement inconnus. Nous dirons même que l'analogie n'est pas toujours un guide sûr pour la solution de ces problèmes délicats. Ainsi dans

(1) Manès, *loc. cit.*, p. 123. — Rozet, *loc. cit.*, p. 101.

les environs d'Alboy (Aveyron), où toutes les formations sédimentaires ont leur affleurement apparent, on a pu attaquer le grès houiller et saisir la houille à travers la formation permienne ; mais si, à 12 kilomètres plus loin, on eût pratiqué les mêmes attaques au-dessus du zechstein des environs de Rhodez, par exemple, les puits n'auraient atteint que les gneiss du Lanterne qui supportent le zechstein seul, sans l'intermédiaire des deux étages inférieurs et du terrain houiller que l'on trouve à Alboy (1). Le sondage pratiqué à Offlange ne me paraît pas se poser avec des chances favorables de réussite, à cause du voisinage du terrain primitif et de l'inclinaison des couches vers les gneiss. D'autre part, en s'éloignant des affleurements permiens, et en choisissant les points d'attaque entre Offlange et Montmirey, dans l'étage des marnes irisées, je suppose, le sondage prendrait des proportions considérables, puisqu'il faudrait ajouter aux profondeurs du sondage calculées sur le terrain permien toute la puissance du terrain triasique ; et l'épaisseur des grès permiens est inconnue. Or ceux-ci représentent incontestablement la partie supérieure de la formation et correspondent, à en juger par l'identité de la flore fossile, aux grès ardoisiers de Lodève et aux grès des Thérots. On sait, par des mesures directes et par des sondages, que dans le bassin de Blanzy il faut attribuer à la partie inférieure du terrain permien des épaisseurs très considérables, de plusieurs centaines de mètres, sans qu'on puisse préjuger la présence de la houille dans la profondeur. Ces questions sont, comme on le voit, de la plus haute importance, et intéressent également la science et l'industrie. Leur solution me paraît liée essentiellement aux travaux qui sont en ce moment en cours d'exécution dans les bassins houillers de Saône-et-Loire, et il est à désirer que les géologues distingués qui aident les compagnies de leurs conseils et de leurs lumières parviennent à montrer clairement le rôle que les terrains de recouvrement remplissent dans des bassins où sont accumulées tant de richesses souterraines.

Les détails qui précèdent, relatifs aux sédiments anciens de la montagne de la Serre, suffisent, je l'espère, pour prouver l'analogie qui existe entre ceux-ci et leurs équivalents dans l'arrondissement de Châlon. L'étude de la formation triasique va nous fournir des faits nouveaux, dont la direction servira à compléter l'ensemble des rapports que nous avons saisis entre ces deux régions.

4. Terrain triasique. — Ce terrain se compose de trois termes

---

(1) *Description géologique du bassin permien de l'Aveyron* (*Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XII).

distincts, reconnus depuis longtemps dans les contrées classiques et qui sont : les grès bigarrés, le muschelkalk et les marnes irisées.

Les grès bigarrés peuvent se subdiviser en deux assises dans la partie du Jura que nous décrivons : l'inférieure caractérisée par des arkoses A (Pl. I, fig. 3), et la supérieure par des grès B marneux et par des argiles micacées.

L'arkose A (fig. 3) de la forêt de la Serre ne diffère en rien des arkoses de la Bourgogne et du Charolais : c'est un granite recomposé, et qui offre, à l'état roulé, les éléments distincts de la roche dont elle procède. Il serait par conséquent sans utilité de s'occuper des diverses variétés que l'état lamellaire ou argiloïde du feldspath, la grosseur des grains de quartz, l'abondance du ciment siliceux, etc., sont susceptibles de fournir. Nous nous bornerons à dire que certains bancs, comme dans le quartier des Croisières, sous Offlange, renferment des cailloux de quartz assez volumineux pour engendrer de véritables poudingues; mais, dans ce cas, la roche a peu d'adhérence : elle se désagrége avec la plus grande facilité en donnant un sol sableux et graveleux, dont la végétation s'empare difficilement. Dans les carrières ouvertes anciennement au-dessous de Moissey pour l'extraction de meules à moudre les grains, on remarque quelques dépôts lenticulaires d'une calcédoine rougeâtre et cariée, dont la formation est due certainement à une plus grande abondance de silice, au moment où la couche était cimentée par l'intervention d'infiltrations siliceuses. Les mêmes carrières contiennent aussi quelques bancs d'arkose avec nids de baryte sulfatée lamellaire, rose ou blanchâtre. Je n'ai pu parvenir à y découvrir des substances métalliques, telles que le fer oxydé rouge ou la galène, qui ne sont pas rares dans cette roche aux environs de Charolles, de Vaudebarrier, de Saint-Christophe et d'Oyé (1). Quelques lits d'argile rougeâtre et verdâtre intercalés dans les assises supérieures, voilà les seuls accidents minéralogiques qui troublent l'uniformité qu'on observe dans la composition des arkoses.

Les grès marneux, qui forment au-dessus des grès feldspathiques la deuxième assise des grès bigarrés, consistent en des roches très tendres à grains très fins, qui, à cause de leur tendance à se désagréger, sont couvertes de vignobles dans presque toute l'étendue qu'elles occupent ; circonstance qui rend leur étude difficile. Cependant, entre Offlange et Moissey, quelques ravins perpendiculaires à l'axe de la Serre permettent d'en saisir les caractères principaux. Ce sont en général des grès très argileux, de couleur grise ou verdâtre,

---

(1) Manès, *loc. cit.*, p. 128.

chargées d'une très grande quantité de mica, se séparant en plaques excessivement minces, et alternant avec des argiles tenaces, également micacées et susceptibles de faire pâte avec l'eau. Elles sont exploitées en plusieurs endroits, près de Moissey, pour la fabrication des tuiles. Elles sont surtout abondantes à la partie supérieure de l'étage et fournissent les eaux qui alimentent les puits d'Offlange et une partie des sources naturelles, telles que celle de Moissey. Çà et là on remarque bien quelques lits d'argile bariolée de rougeâtre ou de violacé ; mais on peut dire que la teinte gris verdâtre domine, ce qui donne à l'ensemble l'apparence d'une formation marneuse.

La friabilité de ces roches et leur transformation en terre végétale, que le fer retourne sans cesse, ne permettent guère de se livrer avec succès à la recherche des fossiles. Cependant en divisant avec patience et précaution les plaquettes qui gisent au milieu des vignes, on parvient à découvrir quelques empreintes de végétaux qui se rapportent au genre *Calamites*.

Les collections de la Faculté des sciences de Besançon possèdent, de cette localité, un échantillon de grès marneux qui renferme une tige bien conservée du *Calamites arenaceus*. Nous retrouvons donc dans le Jura, au-dessus des arkoses, et la superposition ne peut laisser place à aucun doute, l'horizon des grès bigarrés des environs de Plombières et de Soultz-les-Bains, qui, dans les Vosges, recouvrent le grès vosgien.

La puissance des arkoses, calculée à la carrière des pierres meulières, et au-dessous d'Offlange, est de 25 mètres environ ; celle des grès et des argiles est un peu supérieure.

Si, au point de vue de la composition, l'étude du grès bigarré offre peu de variété, il en est tout autrement quand on l'envisage dans sa position par rapport à la formation permienne à laquelle il succède dans la série stratigraphique. Son indépendance est un des faits le plus solidement établis qui permettent de séparer cette formation du trias. Ainsi que nous l'avons déjà exposé, les bancs permiens au-dessous d'Offlange sont redressés sous un angle de 25 degrés environ ; or, les arkoses dont on a une bonne coupe sur le chemin qui conduit au village de Serre les recouvrent presque horizontalement et conservent les mêmes allures contrastantes dans tout l'espace qu'elles occupent sur la berge gauche du ruisseau qui prend naissance entre Offlange et Moissey, et qui déverse les eaux de cette partie de la Serre dans l'Ognon, près de Montrambert. Elles s'inclinent faiblement dans la direction du N.-O. ; et la seconde assise du grès bigarré à *Calamites arenaceus*, le muschelkalk, les marnes irisées ainsi que le lias, qui se succèdent en bandes étagées en retrait,

les uns au-dessus des autres, obéissent au même mouvement orographique.

En suivant le prolongement des arkoses dans la direction de Moissey, on voit qu'elles subissent un amoindrissement considérable; elles sont bien encore visibles au delà d'Offlange, mais on ne les trouve plus sur la route de Moissey à Amange, ni sur le chemin des Gorges : les grès micacés fins et les argiles supérieures semblent reposer directement sur les grès permiens. Comme ceux-ci éprouvent des dérangements assez notables dans le voisinage des lieux que nous désignons, il pourrait très bien se faire qu'une faille, et les failles sont très nombreuses dans la Serre, en établissant une dénivellation, eût masqué l'étage des grès feldspathiques, d'autant mieux que sur le revers opposé de la montagne, près du village de Serre, un lambeau d'arkose qui y est visible, est surmonté par ces mêmes grès fins. Le temps m'a manqué pour éclaircir ce point douteux ; toutefois la solution de cette question a fort peu d'importance, car nous allons voir que les arkoses occupent deux positions distinctes, et sous ce rapport elles se comportent exactement comme le grès des Vosges.

Nous avons constaté qu'au-dessous d'Offlange les arkoses se montrent intercalées entre les grès bigarrés proprement dits, à *Calamites arenaceus*, et les grès permiens. Ailleurs elles forment des dépôts pour ainsi dire indépendants, s'affranchissent à la fois du voisinage des grès rouges en atteignant un niveau bien plus élevé, et du muschelkalk. Dans cette situation nouvelle, elles recouvrent immédiatement les gneiss sur lesquels elles ont assis des masses puissantes horizontales, ou légèrement inclinées dans le sens des pentes qui les supportent. C'est ainsi qu'on les observe à la carrière des pierres de meules au S.-O. de Moissey (fig. 2), où elles acquièrent une épaisseur de 25 à 30 mètres. Elles admettent par intervalles des lits minces d'argile rouge et verte qui les séparent en grands bancs réguliers. Ces arkoses, dont les produits sont désignés par les habitants du pays sous le nom de *mollasse*, ont été exploitées autrefois avec activité et ont fourni des meules à moudre, des pierres de taille et des moellons piqués qui figurent encore dans presque tous les édifices et les murs de clôture de Moissey et d'Offlange. Les carrières sont délaissées aujourd'hui. Les sommités de la Serre sont envahies en une foule d'autres points par cette roche remaniée. Le sentier qui relie Wriange et Moissey en traverse un dépôt curieux, un peu au-dessous du chemin de la Poste. On y extrait des sables pour les constructions. Les éléments du grès, au lieu d'être agglutinés par un ciment siliceux comme on le constate ailleurs, sont libres et incohérents et mélangés dans un désordre complet ; on croirait parcourir

une grève dont les matériaux auraient été charriés par des courants de directions contraires. En effet, l'ensemble se compose de traînées d'inégale épaisseur qui s'enchevêtrent les unes dans les autres, à la manière des débris accumulés par des eaux torrentielles à des intervalles différents. Le versant oriental, où une très grande faille met le plus souvent l'étage jurassique moyen en contact avec les gneiss, montre à son tour plusieurs lambeaux d'arkose. On peut citer celui qu'on rencontre avant de quitter la montagne de la Serre, en face d'Amange. Au village de Serre, les arkoses qui dominent l'abreuvoir public offrent cette particularité remarquable qu'elles sont recouvertes par les grès à grains fins et les argiles bariolées à *Calamites arenaceus* que nous avons cités à Offlange dans une position identique, ce qui démontre que, si sur les plateaux granitiques les grès feldspathiques ne sont pas recouverts, ils le sont au moins sur les deux flancs de la chaîne.

Il est à remarquer que dans le département de Saône-et-Loire le terrain d'arkose se compose exactement comme dans l'îlot jurassique que nous décrivons; qu'il se subdivise en deux assises dont l'inférieure, épaisse de 5 à 15 mètres, est formée d'arkose pure, et la supérieure, puissante de 8 à 10 mètres, est composée de grès marneux avec calcaire subordonné (1). Nous reviendrons bientôt sur ce calcaire que nous croyons être le représentant rudimentaire du muschelkalk. Nous remarquerons encore que, dans la forêt de la Serre, l'arkose, par suite de failles ou de soulèvements, se montre indistinctement sur les sommets et les flancs des montagnes primordiales.

« Je n'ai jamais vu les arkoses, dit M. Rozet (2), former des mon-
» tagnes à elles seules : ces roches se présentent souvent sur le
» sommet et les plateaux granitiques, où elles occupent des espaces
» assez étendus. Aux environs de Châteauneuf, de la Claytte, du mont
» Saint-Vincent, d'Autun, etc., tous les sommets recouverts par les
» arkoses ont une forme aplatie, qui les fait reconnaître de fort loin.
» Le sommet du mont Saint-Vincent, couvert d'arkoses, atteint 602
» mètres au-dessus du niveau de la mer. Les plateaux qui environ-
» nent ce point sont élevés de 450 à 470 mètres. Ceux qui se trou-
» vent à l'est d'Autun atteignent 550 mètres. Sur tous ces sommets
» et plateaux, l'arkose n'est jamais recouverte par aucune autre roche,
» fait remarquable, qui nous servira plus tard à établir une des épo-
» ques de soulèvement des montagnes que nous étudions (3). »

---

(1) Manès, *loc. cit.*, p 126.
(2) *Loc. cit.*, p. 108 et 106.
(3) M. Élie de Beaumont (*loc. cit.*, p. 425) fait remarquer que

Le même observateur ajoute que, dans les montagnes comprises entre le canal du Centre et la vallée de la Saône, l'arkose siliceuse forme des masses très puissantes, généralement assez bien stratifiées, horizontales ou légèrement inclinées dans le sens des pentes granitiques qu'elles recouvrent.

M. Manès, à son tour, reconnaît que l'arkose, dans sa superposition à la grauwacke, au grès houiller et au grès permien, formations qui sont toujours en couches plus ou moins inclinées, les recouvre constamment en stratification discordante. Ainsi, aux environs de Levesiau (1), elle repose en couches inclinées de 15 à 20 degrés. Le dépôt offre la succession suivante : 15 mètres d'arkose et 10 de marnes rouges et jaunes, avec bancs épais de calcaire cristallin grisâtre. Il existe donc une identité complète et frappante, et de position et de composition, entre les grès bigarrés des environs de Moissey et ceux de Saône-et-Loire. Cette identité ressort directement de ce que j'ai vu par moi-même, comme des travaux de MM. Rozet et Manès. Seulement nous ne partageons pas les idées de M. Manès sur la classification qu'il a adoptée. Ce géologue appelle du nom de grès bigarré les grès rouges à *Walchia Schlotheimii* et *hypnoides*, et il fait des arkoses la base de son terrain keupérien.

Nous croyons avoir démontré péremptoirement que les arkoses A,

---

dans le val d'Ajol, et entre Plombières et Ronchamp, le grès bigarré qui, généralement, ne fait qu'entourer les Vosges, s'étend jusque sur les épaules des montagnes, et se raccorde même avec elles. Ainsi, la hauteur qu'il atteint, vers Maxonchamp, est de 750 mètres au-dessus du niveau de la mer. M. Élie de Beaumont conclut de ce fait qu'il y a là un axe particulier ou une ligne de soulèvement différente de toutes celles qui ont principalement influé sur la configuration des Vosges, et plus moderne qu'elles toutes. Ces circonstances qui l'ont ainsi élevé sur les plateaux lui paraissent comparables à celles qui portent les arkoses de la formation des marnes irisées à la cime du mont Saint-Vincent, au S.-E. du Creuzot (596 mètres), et sur les hauteurs de Pierre-Écrite, dans le Morvan (580 mètres). Il convient de dire que les arkoses que M. Élie de Beaumont attribue ici aux marnes irisées sont l'équivalent du grès vosgien, et que, comme celui-ci, elles existent recouvertes ou non sur les sommités granitiques, ou au-dessous du grès bigarré, et concordent avec lui sur les flancs des montagnes et dans les plaines. L'absence du muschelkalk, dans la Bourgogne et le Morvan, n'a pas permis de bien reconnaître le grès bigarré à *Calamites arenaceus* au-dessus des arkoses, et de le séparer des marnes irisées. Le grès bigarré n'y existe pas moins. Dans tous les cas, sa présence à Moissey et à Offlange ne saurait être contestée.

(1) *Loc. cit.*, p. 129.

qui supportent des grès à *Calamites arenaceus* B, commencent au moins le terrain triasique, si même elles ne sont pas l'équivalent des grès vosgiens, comme nous avons tout lieu de le croire, et nous fournirons bientôt des arguments à l'appui de notre opinion.

Au grès bigarré succède un ensemble M d'argiles calcarifères de calcaires grisâtres, à cassure conchoïde, des dolomies cendrées à grain très serré ou caverneuses, alternant à plusieurs reprises, et atteignant une puissance de 35 à 40 mètres. Telle est la composition générale du muschelkalk, qu'on observe dans les communes de Moissey et d'Offlange. L'*Encrinites liliiformis*, dont les articles sont passés à l'état spathique, foisonne dans certaines couches, et forme une véritable lumachelle. J'y ai recueilli aussi un très bel exemplaire de l'*Ammonites nodosus*. Cet étage s'élève sous forme de récif saillant entre deux dépressions, dont l'une est occupée par les marnes irisées, et l'autre par les assises marneuses du grès bigarré supérieur. Mon intention n'étant pas de donner une description détaillée de cet étage, ces simples indications sont suffisantes pour le programme que je me suis tracé.

Ni M. Manès ni M. Rozet n'ont signalé la présence du muschelkalk dans le département de Saône-et-Loire ; cependant les coupes de Levesiau et de Saint-Émilien données par le premier de ces géologues, et qui dévoilent à la partie supérieure du grès bigarré, ou à la base des marnes irisées, la présence de bancs épais d'un calcaire cristallin non dolomitique, sont de nature à faire admettre que ces bancs représentent le calcaire conchylien de la même manière que dans les environs de Besançon un banc peu épais de grès, placé à la base du calcaire à Gryphées, représente le grès infraliasique qui en Bourgogne acquiert un développement considérable. Le muschelkalk forme, comme on le sait, à partir de Lure, autour du massif des Vosges, une ceinture qui traverse toute la Lorraine, et se termine entre Aix-la-Chapelle et Bonn. Ce second terme du trias, qui est si puissant, dans les provinces rhénanes et dans les Vosges, perd évidemment de son importance à mesure qu'il se rapproche du plateau central. Le pointement primitif de la Serre, qu'on peut considérer comme une station intermédiaire entre ces deux régions granitiques, offrirait encore un représentant respectable, quoique amoindri, de cette formation qui, dans le département de Saône-et-Loire, serait à peine indiquée par quelques bancs calcaires. Nous mentionnerons pour mémoire seulement l'étage des marnes irisées I, dont on peut suivre le développement sur le versant occidental de la Serre. Il y acquiert peu d'épaisseur, et se compose de marnes et de dolomies. On a bien découvert du gypse près d'Offlange, mais il

était si peu abondant, qu'il n'a pas été jugé digne d'être exploité.

5. GRÈS INFRALIASIQUE. — Si, dans la Bourgogne, une arkose à ciment calcaire et fossilifère constitue, au-dessus des marnes irisées, les premières assises du lias, ce terrain débute, dans le massif de la Serre, par un grès quartzeux H, jaunâtre, à grains fins et miroitants, et présentant tous les caractères d'un quartzite de transition. On y rencontre quelques fossiles, et entre autres des *Pecten* à côtes aiguës. Ce grès, assez commun au lieu dit le Champ-Rouge, près de Moissey, sépare très nettement la formation jurassique de la formation triasique ; il est employé comme pierre à aiguiser. Au-dessus de ce grès commencent les séries liasique L et jurassique O. Le sommet du mont Guérin par lequel se termine le système de la Serre est occupé par des calcaires appartenant à l'oolithe inférieure.

Ainsi que nous l'avons dit au commencement de notre description de la Serre, le revers occidental de cette montagne montre la succession du terrain permien, du terrain triasique et de plusieurs étages de la formation jurassique. Le revers oriental, dont les eaux se rendent dans le Doubs, est loin d'offrir une série stratigraphique aussi complète, à cause d'une faille qui, depuis Saligney jusqu'à Jouhe, dans la direction de Dôle, a mis presque constamment en contact le terrain jurassique avec le granite. Près de Sauvigney cependant, le lias supérieur et les calcaires de l'oolithe inférieure s'appuient sur le terrain permien ; à Wriange, c'est le cornbrash, et plus bas, en face d'Avrange, c'est l'oxfordien. Il résulte de cette disposition que l'intérêt, qui s'attache à l'étude des phénomènes géologiques qui se sont accomplis dans la Serre, se concentre presque tout entier sur le versant dont les eaux sont tributaires de l'Ognon.

Il sera facile de retrouver dans les Vosges, entre les terrains sédimentaires qu'on y a reconnus et ceux de la Serre, des ressemblances tout aussi frappantes que celles que nous avons eu occasion de signaler dans le département de Saône-et-Loire. Les remarquables travaux de M. Élie de Beaumont sur cette chaîne rendront cette comparaison facile.

Le noyau central de la partie méridionale des Vosges (1) est entouré par d'autres montagnes, dont les formes aplaties et carrées contrastent avec les profils arrondis des premières, et qui sont composées d'un grès quartzeux, d'un grain uniforme et grossier, d'un rouge de brique plus ou moins foncé, connu sous le nom de *grès*

---

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 373.

des Vosges. Ce grès est quelquefois feldspathique; à Bozemont. M. Mougeot y a découvert des empreintes parfaitement conservées de *Calamites arenaceus*, plante caractéristique du grès bigarré. Le système du trias (1), dont le grès bigarré constitue la partie inférieure, forme autour des Vosges une zone presque continue, qui s'étend en général au pied des montagnes du grès vosgien, comme une mer au pied d'une falaise dont elle baigne la base. Cette disposition est manifeste tout le long des plaines de la Lorraine. Le grès bigarré s'arrête au pied des montagnes de grès des Vosges ou se juxtapose à lui, comme à Étabon, sans jamais atteindre une hauteur égale, tandis que le dernier, qui s'élève au-dessus de la plaine et couronne, sans être recouvert, des sommités élevées, avait dû éprouver un relèvement avant l'époque de la formation triasique. Sur les deux flancs d'une même vallée, et souvent sur toute l'étendue d'un même canton, toutes les montagnes de grès des Vosges atteignent des hauteurs à peu près égales. Cette circonstance, jointe à celle de l'horizontalité presque parfaite de leurs couches et à l'existence de ces rochers hardis et souvent isolés dont aucun n'est incliné, atteste que les mouvements éprouvés par le grès des Vosges, depuis son origine, n'ont fait que changer le niveau de ses diverses parties, sans déranger bien sensiblement l'assiette de chacune d'elles (2). Tous ces faits concourent, suivant M. Élie de Beaumont, à prouver que le dépôt du grès bigarré n'a pas succédé sans interruption, ou du moins sans secousse, à celui du grès des Vosges ; que ce dernier avait été disloqué et même détruit en quelques points, avant que le dépôt du grès bigarré commençât à s'opérer, et que la circonstance de gisement qui rend ces deux formations distinctes se lie d'une manière intime au relief des Vosges (3).

Le grès vosgien s'appuie immédiatement sur les terrains anciens, sur le terrain houiller et sur la formation permienne. Comme il dépasse considérablement les bords des bassins où s'est formé le grès rouge, il devient manifeste, bien qu'il y ait concordance, qu'il s'est déposé dans des circonstances fort différentes, ce qui suppose deux révolutions : l'une antérieure, l'autre postérieure au grès rouge. Les environs de Moissey mettent aussi ce fait hors de doute.

N'est-il pas de la dernière évidence que tous les détails qui précèdent s'appliquent, pour ainsi dire, terme pour terme aux montagnes de Saône-et-Loire et de la Serre? A part la couleur et la nature des

(1) *Explication de la carte géologique de la France,* t. I, p. 300.
(2) *Ibid.*, p. 401.
(3) *Ibid.*, p. 393.

matériaux, deux caractères insignifiants et sans valeur, quand on compare deux chaînes aussi éloignées l'une de l'autre, le grès vosgien représente, et par son origine et par sa position, les arkoses du Charollais et de la Bourgogne, que l'on observe, comme le grès des Vosges, en bancs horizontaux non recouverts, sur les sommités et les plateaux granitiques, et qui ne supportent le grès à *Calamites arenaceus* que sur les flancs des collines et dans les plaines. La coupe d'Offlange à Amange, dans la Serre, est, à son tour, une véritable coupe des Vosges ; car les arkoses indépendantes au sommet reçoivent sur les pentes les étages triasiques. Or, il en est de même dans les Vosges. Par quelque point que l'on pénètre dans ce massif, que ce soit par Plombières, par Épinal, par Spiémont, ou par les plaines de la Lorraine, on constate d'abord le recouvrement du grès vosgien par le grès bigarré, en stratification concordante ; et ce n'est qu'après avoir dépassé les failles qui donnent naissance aux falaises vosgiennes, que le grès des Vosges s'élève brusquement, et laisse au pied des escarpements le grès bigarré. Aussi, quand il y a superposition des deux terrains, leur séparation ne peut s'opérer que par des différences de leurs éléments minéralogiques. Le grès vosgien est un grès grossier quartzeux ; le grès bigarré, au contraire, un grès argileux, micacifère et fin, exactement comme dans le département de Saône-et-Loire et dans la Serre, où les arkoses sont un grès quartzo-feldspathique à gros grains, tandis que les grès à *Calamites arenaceus* sont des rochers argilo-sableux micacifères à grains fins. Et encore ce caractère n'est pas toujours suffisant : ainsi, dans la zone qui dessine le pied occidental des Vosges, le grès bigarré repose, en général, sur le grès vosgien à stratification concordante, et avec un passage graduel qui rend souvent difficile de saisir la ligne de démarcation entre les deux formations. Cette difficulté est même si grande, ajoute M. Élie de Beaumont, aux environs de Trèves, et, plus au nord, entre Witlich, Gerolstein, Prüm et Malmédy, qu'on a renoncé à tracer la ligne de démarcation sur la carte géologique où l'ensemble des deux grès a été colorié comme grès bigarré (1).

La constitution géologique de la Serre étant bien connue, et ses rapports de ressemblance avec les terrains de même époque dans les montagnes de Saône-et-Loire et dans les Vosges ayant été démontrés à l'aide d'arguments qu'il me paraît difficile de renverser, discutons à présent l'époque qu'il convient d'assigner aux révolutions qui ont imprimé à cet îlot perdu dans la chaîne du Jura les traits les plus

---

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 12.

saillants de sa physionomie. La discordance que l'on remarque, dans les trois contrées que nous comparons, entre les grès rouges d'un côté, et les grès vosgiens et les arkoses de l'autre, indique que la formation permienne avait subi un premier redressement avant le dépôt du grès des Vosges et des arkoses.

M. Manès, qui a introduit dans l'étage du grès bigarré les grès permiens de Saône-et-Loire, a attaché tant d'importance à leurs discordances réciproques, qu'il a été obligé de transporter les arkoses et les grès fins supérieurs dans l'étage des marnes irisées. Nous avons vu que cette classification n'est pas en harmonie avec les faits géologiques. M. Rozet, se fondant sur l'isolement des arkoses au-dessus des plateaux granitiques, et n'ayant pas reconnu dans les grès et argiles micacés qui les recouvrent à Levesiau et ailleurs le représentant des grès bigarrés à *Calamites arenaceus*, comme nous les avons à Moissey, ce géologue a admis qu'un soulèvement était survenu dans le dépôt du grès bigarré et celui des marnes irisées. Il a donc méconnu complétement la véritable place des arkoses dans les montagnes de Saône-et-Loire, en les supposant parallèles aux grès bigarrés de Plombières, tandis qu'elles y remplissent le même rôle que le grès vosgien dans la chaîne des Vosges. Il est juste cependant de convenir que, dans les arrondissements de Châlon et d'Autun, les grès bigarrés qui surmontent les arkoses sont si mal définis, et comme roches et comme étage, et d'une nature tellement argileuse, qu'ils semblent ne faire qu'un tout indivisible avec les marnes irisées; et l'illusion est d'autant plus possible que le muschelkalk manque dans ces contrées, ou qu'il devient fort difficile de le reconnaître dans les quelques bancs calcaires subordonnés qu'a signalés M. Manès au-dessous du keuper (1). Fort heureusement le développement des divers étages de la formation liasique, et surtout du calcaire conchylien dans la Serre, fait échapper l'observateur à une erreur de ce genre, et lui permet de retrouver, et géologiquement et paléontologiquement, dans le grès à *Calamites arenaceus*, l'équivalent du grès bigarré de Plombières, et dans les arkoses inférieures l'équivalent du grès vosgien.

---

(1) Une difficulté de même nature se présente pour séparer nettement les marnes irisées du grès bigarré dans le département de l'Aveyron, l'ensemble des couches placées entre ce grès et le lias inférieur consistant le plus généralement en des dolomies alternant avec des argiles bariolées. Cette difficulté, pourtant, ne tient qu'à l'absence ou à la rareté des fossiles; car je suis parvenu à découvrir, entre Milhau et Saint-Rome-de-Tarn, au-dessus des grès bigarrés, des bancs d'un calcaire fuligineux pétri de *Terebratula vulgaris*.

La transgressivité des arkoses sur le terrain permien, telle qu'on la remarque à Offlange, jointe à leur position isolée au-dessus des plateaux granitiques, et que ce terrain n'a jamais atteinte, démontre suffisamment que le bassin dans lequel la formation triasique a été déposée n'avait plus la même configuration que le bassin rempli par la mer permienne, et, par conséquent que le relief de la Serre a été modifié par plusieurs bouleversements successifs, dont le dernier est celui qui a déterminé les accidents orographiques dominants de la chaîne du Jura.

Il nous reste à préciser l'époque à laquelle les arkoses ont été dérangées de leur position primitive, et nous verrons qu'elle coïncide parfaitement avec le système du Rhin de M. Élie de Beaumont.

Le système du Rhin est dirigé du N. 21° E. au S. 21° O. ; et il y a affecté, suivant le célèbre auteur de la théorie des soulèvements, les dépôts antérieurs au système des grès bigarrés, du muschelkalk et des marnes irisées.

Il n'y a qu'à jeter les yeux sur la carte géologique de la France pour s'assurer que, depuis Digoin sur la Loire jusqu'à Mayenne, une bande de terrains que leur âge identifie se trouve, malgré des lacunes occasionnées par des recouvrements plus modernes, alignée exactement suivant la même direction, c'est-à-dire du N.-E. au S.-O. Cette bande qui prend naissance près de Donjon, dans le département de l'Allier, englobe tout le bassin de Blanzy, s'approprie la montagne de la Serre, et se confond avec la chaîne des Vosges. Cette orientation s'écarte de celle des crêtes dominantes du Jura et de la Bourgogne et obéit par conséquent à un tout autre système. Or, dans tout ce parcours, les terrains atteints par le soulèvement du Rhin appartiennent aux formations anciennes et nous montrent des grès à éléments de quartz, comme dans les Vosges, ou des grès à éléments de feldspath (orthose), comme dans la Serre et dans le bassin de Blanzy et d'Autun, formant falaise au-dessus du terrain triasique offrant les mêmes accidents orographiques et le même ordre de succession que dans les Vosges.

La montagne de la Serre est donc le trait d'union qui relie les Vosges et le plateau central, et l'on y voit se refléter, en se fondant dans une nuance intermédiaire, la physionomie et les couleurs propres à chacune de ces deux régions. En effet, si par les caractères minéralogiques de son grès permien et de ses arkoses la Serre tend à se rapprocher davantage des montagnes de Saône-et-Loire, par son muschelkalk et son grès bigarré plus complet elle offre des traits de plus grande ressemblance avec la chaîne des Vosges.

Le tableau suivant qui place en regard les unes des autres les for-

mations du bassin de Blanzy, celles de la Serre et celles des Vosges, met en évidence les rapports que nous venons d'énumérer et qui les placent toutes sous le même régime géologique.

BASSIN DE BLANZY.	LA SERRE.	LES VOSGES.
1. Granite.	1. Granite.	1. Granite.
2. Porphyre.	2. Porphyre.	2. Porphyre.
3. Terrain houiller.	3. . . . . ?	3. Terrain houiller.
4. Terrain permien.	4. Terrain permien.	4. Terrain permien.
5. Arkose.	5. Arkose.	5. Grès des Vosges
6. Grès bigarré.	6. Grès bigarré.	6. Grès bigarré.
7. Muschelkalk?	7. Muschelkalk.	7. Muschelkalk.
8. Marnes irisées.	8. Marnes irisées.	8. Marnes irisées.
9. Grès infraliasique.	9. Grès infraliasique.	9. Grès infraliasique.

Le but que je m'étais proposé dans cette notice est atteint. Je voulais démontrer : 1° que c'était à tort qu'on avait rapporté les grès permiens du bassin de Blanzy aux grès bigarrés ; 2° que les arkoses, qui pour M. Rozet sont des grès bigarrés, et pour MM. Manès et Élie de Beaumont du keuper, représentent le grès vosgien ; 3° que le grès bigarré proprement dit, celui de Plombières et de Soultz-les-Bains, existait dans la Serre et dans Saône-et-Loire ; 4° que les arkoses se comportaient dans ces deux contrées exactement comme le grès vosgien dans les Vosges, ou en masses isolées et pour ainsi dire indépendantes et formant falaises au-dessus des plateaux granitiques, ou supportant en concordance de stratification les grès bigarrés proprements dits; 5° enfin, que la division du bassin de Blanzy et de la montagne de la Serre concordait avec l'orientation du système du Rhin, et complétait l'assimilation à laquelle j'ai conclu dans cet écrit.

Il serait intéressant sans doute de rechercher si le grès vosgien, au point de vue paléontologique, constitue une formation indépendante, comme le sont par exemple le grès houiller, le grès permien et le grès vert ; ou bien si, comme le prétendent plusieurs géologues, il ne serait que la partie inférieure du grès bigarré, porté par un soulèvement à un niveau plus élevé que ce dernier. Comme le seul fossile signalé jusqu'ici est le *Calamites arenaceus*, espèce du grès bigarré, on ne saurait tirer des inductions suffisantes de ce fait unique. Ceux qui adoptent la première opinion s'appuient sur l'isolement du grès vosgien, sur son altitude, sur le refoulement du grès bigarré en dehors de la chaîne des Vosges, et sur quelques exemples de discordance.

Au contraire, les géologues qui réunissent le grès vosgien au grès

bigarré invoquent la concordance qu'on observe presque partout, le passage de l'un à l'autre. Ils objectent que le caractère d'isolement se présente nettement accusé, il est vrai, pour le grès vosgien et pour les arkoses de la Bourgogne, mais qu'il n'est pas spécial à ces deux sortes de roches et qu'il paraît tenir à la disposition en retrait que présentent ordinairement les étages des formations sédimentaires et qui les empêche de se recouvrir dans toute leur étendue, comme on l'observe presque constamment quand, des régions occupées par les terrains stratifiés, on se rend vers les montagnes granitiques.

Ainsi, les trois grandes assises du trias occupent sur la surface du terrain trois zones successives qui enveloppent consécutivement le pied des Vosges (1), disposition qui est due à ce qu'elles s'enfoncent successivement l'une au-dessous de l'autre, en plongeant légèrement du pied des Vosges vers l'intérieur de la France.

On conçoit que les dislocations qui ont dérangé l'horizontalité primitive des couches, et produit pour celles-ci des altitudes différentes, aient eu pour résultat, si l'exhaussement s'est opéré sur la portion non recouverte de l'étage, de la porter à un niveau plus ou moins élevé, et de la poser en falaise par rapport à la portion qui n'aura pas participé au même mouvement ascensionnel. C'est d'après cette théorie qu'on peut expliquer sur les plateaux granitiques du Limousin la présence des lambeaux insignifiants du terrain jurassique, dont quelques uns, tels que ceux que de Rilhac et du Beau-Moulin, sont séparés de la grande bande jurassique de la Charente et de la Dordogne, à laquelle ils appartenaient autrefois, par un espace libre de de plus de cinquante kilomètres.

Si les failles, dans la chaîne des Vosges, au lieu de s'être produites là où elles existent aujourd'hui, avaient affecté le massif de grès bigarré compris entre Remiremont et la Marche, et qui occupe, sans être recouvert, une surface immense dont la distance la plus courte de la Marche aux Vosges est de 50 à 55 kilomètres, il est probable que, si la location n'avait pas atteint la totalité des grès, la portion dérangée aurait dessiné au-dessus de celle qui serait restée en place une configuration analogue au relief que présente actuellement le grès vosgien soulevé relativement à celui qui est resté en dehors de la chaîne. Dans la forêt de la Serre, les arkoses se trouvent à la fois sur les deux versants où on les voit supporter en stratification concordante le grès bigarré et sur les sommets granitiques où elles se montrent isolées en

(1) M. Élie de Beaumont, *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 11.

bancs horizontaux et non recouverts, et cela sur un rayon de 5000 mètres seulement. On ne peut guère se rendre compte de cette disposition contrastante qu'en admettant que les arkoses qui sont sur les plateaux représentent les portions non recouvertes de l'étage qu'une force soulevante, agissant perpendiculairement au plan des couches, aura exhaussées en les arrachant aux masses dont elles faisaient primitivement partie, tout en respectant leur horizontalité, ou bien la portion laissée en place entre deux failles, le long desquelles les terrains contigus auront glissé d'une manière inégale. Mais, après tout ce qui a été écrit sur les Vosges, une discussion plus étendue serait ici déplacée.

Nota. Le tome VIe des *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Lyon*, qui contient l'appendice aux aperçus concernant l'extension des terrains houillers de la France, par M. Fournet, m'est remis aujourd'hui même 12 janvier 1857, c'est-à-dire trois mois après la communication de mon travail. Les environs du canal du Centre, si riches en houilles, y sont l'objet d'une description spéciale et pleine de détails intéressants. La relation des divers terrains qu'on y remarque est indiquée par la coupe suivante, qu'en donne mon savant ami et collègue.

La comparaison qu'on pourra en faire, avec celle que nous avons donnée nous-même des terrains de la montagne de la Serre, démontrera jusqu'à l'évidence que le type reconnu dans le département du Jura est calqué sur le type de celui de Saône-et-Loire.

SAÔNE-ET-LOIRE.		MONTAGNE DE LA SERRE.
Lias.	Calcaire à Gryphées.	Lias, calcaire à Gryphées.
	Lumachelles, calcaires jaunâtres, sublamellaires ou à grain fin, et à cassure esquilleuse, contenant beaucoup de bivalves parallèlement aux strates. Puissance, 5 à 6 mètres.	Manque.
	Grès siliceux, inférieur à la lumachelle, à grain fin, blanchâtre ou jaunâtre, quelquefois micacé, schisteux et grisâtre, avec beaucoup de débris végétaux. Puissance, 1 à 2 mètres.	Grès infraliasique.

SAÔNE-ET-LOIRE. MONTAGNE DE LA SERRE.

Keuper.	*Étage supérieur.* — Il se compose, vers le haut, de calcaire siliceux, fournissant une bonne chaux hydraulique. Il forme deux ou trois bancs peu suivis, et n'ayant, en tout, que 1 à 2 mètres d'épaisseur.	Marnes irisées.
	Marnes vertes et rouges avec lames subordonnées de dolomie compacte ou cellulaire et de calcaire siliceux.	
	Dolomie jaunâtre, cellulaire, cloisonnée de veines spathiques, et contenant des marnes dans les cavités. Elle constitue un ensemble de bancs dont l'épaisseur s'élève à 5 ou 6 mètres. Au milieu de ces assises on voit quelques couches de dolomie compacte, formant un total de 1 à 3 mètres. Cet étage supérieur contient de la strontiane sulfatée et du gypse. Sa puissance totale varie entre 10 et 20 mètres.	
	Étage moyen. — Il se compose de marnes noires, grises, rouges et vertes, avec rognons de calcaire saccharoïde, à cavités tapissées de quartz cristallisé. Veines de gypse et quelques sources salées. Puissance, 20 à 30 mètres.	
	Étage inférieur. — Il débute par des grès marneux et des marnes vertes ou grises très liantes, avec calcaire blanc, semi-cristallin *non dolomitique*, ou cristallin, grisâtre et siliceux. Puissance, 8 à 10 mètres.	Muschelkalk avec *Ammonites nodosus.*
	Plus bas viennent des grès ferrugineux jaunes, ferro-manganésiens, bruns, pas cohérents et à grain fin.	Grès bigarré avec *Calamites arenaceus*
	Enfin arrivent les couches inférieures, composées d'abord de grès arkose, qui forme sur les plateaux de la contrée, par exemple à Châtel-Moron, au Plessis, au Mont-Saint-Vincent, à la forêt de Planoise, à Antully, de vastes nappes souvent complétement dénudées de toutes les assises précédentes. Ces couches supérieures sont blanchâtres, à grain très fin et à ciment siliceux, de manière à se rapprocher des quartzites alpins. Cet étage est remarquable par l'absence de toute trace d'assises calcaires et de dolomies, soit compactes, soit caverneuses. Enfin, en descendant, ce grès se montre plus riche en parties feldspathiques : il simule souvent un granite recomposé. Épaisseur, 30 mètres.	Grès vosgien (arkose).

SAÔNE-ET-LOIRE.	MONTAGNE DE LA SERRE.
Grès bigarré.	Également subdivisible en plusieurs étages. La partie supérieure, simulant les conglomérats, les grès et les schistes houillers, au point qu'elle a été l'objet de plusieurs tentatives d'exploitation, notamment à Charmoy et à la Coudraye. La partie inférieure, consistant en grès bariolés, en grès rouges et argiles schisteuses vertes et grises, suivies d'un conglomérat à gros blocs (Saint-Eugène). Puissance, 400 à 500 mètres.
	Terrain permien à *Walchia* et *Protosaurus Speneri*.

Nous aurons à critiquer cette coupe sur deux points. D'abord, le grès bigarré de M. Fournet se réfère au terrain permien ; sa discordance avec les étages du terrain triasique et la nature des fossiles (*Walchia*) l'indiquent suffisamment ; de plus, nous pensons que ce géologue a interverti l'ordre de superposition de ses deux étages, en plaçant à la base les grès et les argiles bariolées, tandis que pour nous ils constituent la partie supérieure de la formation, comme on peut s'en assurer en se rendant du puits de la Gaité au hameau des Theurots. Les plantes permiennes que M. Fournet et moi avons recueillies dans les carrières ouvertes au sud des Theurots gisent dans un système de grès jaunâtres recouvert par les grès rouges, et surmontent les schistes bitumineux que recoupe le puits de recherches foncé par M. Maniglere aux environs de Charmoy; schistes qui contiennent beaucoup d'empreintes de *Walchia*. Les grès bigarrés de Saône-et-Loire ne sont donc autre chose que nos grès permiens de la montagne de la Serre, et ne peuvent par conséquent être rapportés aux grès bigarrés, ce dernier d'ailleurs étant représenté au-dessous du muschelkalk et étant séparé du permien par toute l'épaisseur des arkoses (grès vosgien).

La seconde observation est relative au keuper.

Nous pensons qu'on doit considérer les trois termes de l'étage inférieur, tel que l'a délimité M. Fournet, comme représentant le muschelkalk, le grès bigarré et le grès vosgien : 1° parce que le calcaire semi-cristallin non dolomitique correspond, quoiqu'il ne soit que rudimentaire dans Saône-et-Loire, au muschelkalk d'Offlange (montagne de la Serre), où il est mieux développé et où abondent les fossiles propres à cet étage ; 2° parce que les grès ferrugineux correspondent au grès bigarré avec *Calamites arenaceus* de la même localité ; 3° parce que les arkoses de Saint-Vincent correspondent aux arkoses des carrières de Moissey. Or, nous le répétons, dans le Jura comme dans

Saône-et-Loire, tous les termes du terrain triasique sont complétement indépendants des grès permiens sous-jacents.

On voit que le motif qui a engagé presque tous les géologues, qui ont écrit sur le département de Saône-et-Loire, à réunir à l'étage du keuper les trois termes du terrain triasique, provient de la difficulté qu'ils ont rencontrée à y trouver le représentant du muschelkalk. Nous avons démontré que l'examen de la forêt de la Serre permet d'éviter une pareille confusion.

Nous dirons donc, avec M. Fournet, que « l'axe de Saint-Vincent » (Saône-et-Loire), prolongé vers le N.-E., passe entre les vallées du » Doubs et de l'Ognon, et longe successivement Auxonne, Dôle, » Besançon, Baume-les-Dames, Montbéliard, pour aboutir à la pointe » méridionale des Vosges, précisément vers les terrains houillers de » Ronchamp. On doit par conséquent admettre comme un fait très » probable que les secousses qui produisirent la ride de Saône-et-Loire » ont retenti jusqu'auprès de Giromagny, de manière à contribuer à » l'émersion de ces dépôts. Si d'ailleurs on voulait mettre en doute » cette extension, on pourrait invoquer la *Montagne de la Serre*, » placée sur la même direction, à peu près à la moitié de ce grand » trajet, comme pour servir de jalon à l'observateur. La présence » de cette butte, composée de terrains cristallins et triasiques, au » milieu de l'ample nappe jurassique de la contrée, serait une ano- » malie, si elle ne se raccordait de la manière la plus explicite avec » les autres reliefs indiqués ci-dessus. » (*Mémoires de l'Académie des sciences de Lyon*, tome V, page 241.)

Il est à regretter qu'un aussi habile observateur que M. Fournet n'ait pas eu l'occasion d'étendre ses investigations jusque dans la montagne de la Serre. Son coup d'œil exercé lui eût montré immédiatement les rapports qui lient cet îlot aux terrains de Saône-et-Loire et lui aurait permis de compléter la série triasique. Il l'aurait empêché surtout de faire remonter, malgré une discordance flagrante, des grès permiens jusque dans le cœur du keuper. »

Les conclusions auxquelles je suis arrivé sont déduites des lois de la superposition et de la présence de fossiles caractéristiques. Bien que les rapports stratigraphiques soient identiques dans Saône-et-Loire et dans la montagne de la Serre, il eût été à désirer que le muschelkalk et le grès bigarré de la première contrée eussent renfermé les mêmes corps organisés que dans le Jura. Le caractère paléontologique qui a bien sa valeur, quoi qu'en disent les adversaires de la paléontologie, eût fourni à la stratigraphie un secours dont celle-ci se fût bien trouvée, et, de plus, le moyen de trancher une question qu'elle a résolue contrairement à la vérité.

M. Élie de Beaumont admet tout ce que M. Coquand a dit des couches de la Serre ; mais il pense que dans le département de Saône-et-Loire le calcaire magnésien n'est pas l'équivalent du muschelkalk, mais plutôt celui du calcaire analogue qui, en Lorraine, est superposé à un grès grossier dans les marnes irisées ; il y admet d'ailleurs bien la présence du grès permien, mais il n'y voit ni grès vosgien ni grès bigarré. Pour assimiler le calcaire magnésien au muschelkalk, M. Coquand est obligé d'admettre que les terrains sont très amincis dans le département de Saône-et-Loire, ce qui n'a pas lieu cependant pour les marnes irisées. Ce calcaire est d'ailleurs tout semblable à celui des marnes irisées de Lorraine ; dans cette province, les grès subordonnés sont seulement plus grossiers, et passent à l'arkose, comme le font les grès voisins des granites autour du massif central de la France.

M. Coquand répond que le grès inférieur au calcaire magnésien contenant le *Calamites arenaceus*, il a dû le rapporter au grès bigarré, et par suite ce calcaire lui-même au muschelkalk, malgré l'absence des fossiles.

M. Lory fait la communication suivante :

Note sur les terrains crétacés de la vallée de Dieu-le-Fit (Drôme), par M. Ch. Lory.

Les Cératites signalées à Dieu-le-Fit se trouvent dans une assise de calcaire sableux, d'un vert d'herbe, qui renferme les mêmes fossiles que les grès d'Uchaux (Vaucluse), dans un état de conservation tout à fait analogue. J'y ai recueilli, en particulier, les espèces suivantes : *Acteonella lævis*, d'Orb.; *Turritella Verneuiliana*, id.; *T. Renauxiana*, id.; *Arca Matheroniana*, id.; *Arcopagia numismalis*, id.; *Trigonia scabra*, Lam.; *Janira quadricostata*, d'Orb. Pal. fr.; *Cardium*, indét.; *Inoceramus*, indét.; *Trochosmilia compressa*, Edw. et H.; *Ananchytes gibba*, Lam., et deux exemplaires du *Ceratites Robini*.

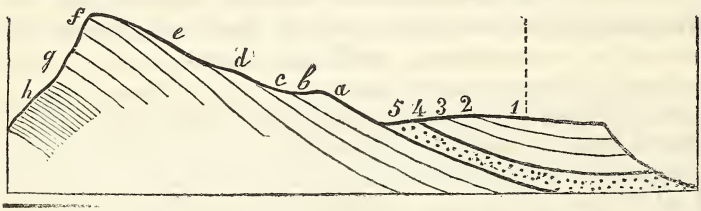
Ce grès vert, connu et décrit depuis longtemps (1), est l'assise la plus élevée de la série crétacée dont on puisse constater l'existence dans la vallée de Dieu-le-Fit. Il forme le plateau de la colline de Rouvière, à laquelle est adossée la ville de Dieu-le-Fit ; à sa base, on re-

(1) *Stat. min. de la Drôme*, par M. Scipion Gras. Grenoble, 1835.

marque une couche de calcaire sablonneux, vert, rempli de bryozoaires, et en dessous une grande épaisseur de sables, faiblement agglutinés, dans lesquels on creuse de vastes caves.

Ces couches dans le centre de la vallée sont à peu près horizontales ; mais elles se relèvent au nord sur le flanc de la chaîne du Poët, et sont parfaitement concordantes avec les autres assises crétacées qui forment cette montagne. On pourrait en établir la série en suivant la route de Dieu-le-Fit à Bourdeaux, qui traverse la chaîne du Poët dans une cluse étroite; mais on a une coupe plus nette et plus intéressante en gravissant le flanc de cette montagne un peu plus à l'ouest, à moitié chemin de Dieu-le-Fit au village de Poët-Laval. J'ai eu l'avantage de faire cette exploration avec nos savants confrères, MM. Thiollière et Dumortier. La coupe peut être prolongée à travers la colline de *la Plate*, formée de couches tertiaires lacustres, dont font partie les argiles à poteries qui alimentent la principale industrie de Dieu-le-Fit. La disposition des terrains est indiquée par la coupe suivante, allant du N.-N.-O. au S.-S.-E., et dont le profil peut être parfaitement saisi du bas de la colline sur laquelle est bâti le village de Poët-Laval.

Coupe du flanc nord de la vallée de Dieu-le-Fit.



Voici d'abord le détail des couches du terrain tertiaire, en commençant par la partie supérieure :

1. — Calcaires siliceux, contenant de grandes plaques de silex blond, translucide; ces silex renferment des coquilles d'eau douce, à l'état de moules siliceux, d'une belle conservation : Planorbes, Lymnées, Paludines. Sur quelques points la roche devient bréchiforme, en englobant une grande quantité de débris de la craie et même de roches étrangères aux montagnes voisines.

2. — Marnes et calcaires blanchâtres : 10 à 15 mètres.

3. — Alternances de sables et d'argiles plastiques. D'abord 10 mètres de sables marneux jaunâtres, avec des veines d'argile d'un beau vert, que l'on exploite comme matière colorante, sous le nom de

vert de Vérone; ils sont associés à des conglomérats grossiers de fragments de silex, de grès, etc., réunis par un ciment siliceux ; — puis 3 mètres d'argile plastique violacée, exploitée pour poteries ; 2 mètres d'une autre argile plastique plus réfractaire, d'un vert pâle, également exploitée ; — enfin, 10 mètres de sables blancs ou jaunâtres, très purs.

4. — Argile noire, charbonneuse, pyriteuse, avec traces de lignite ; puissance variable ; environ 6 à 8 mètres.

5. — Grande masse de sables jaunâtres ou blancs, ces deux teintes alternant par grandes zones ou couches peu régulières; plus de 20 mètres d'épaisseur. Ils reposent directement sur les grès verts contenant les fossiles d'Uchaux, dont l'inclinaison va en augmentant rapidement depuis le fond de la vallée jusqu'à la hauteur du plateau tertiaire.

Ces sables, que nous regardons comme faisant partie de la formation tertiaire, par suite de leur liaison intime avec les couches qui les surmontent, ne renferment aucun fossile ; ils ont d'ailleurs une grande analogie d'aspect avec certaines couches sableuses du terrain de craie et résultent probablement de leur remaniement par les eaux.

Cette formation lacustre est absolument semblable à celles des vallées de Lus-la-Croix-Haute et de la forêt de Saou, dans le même département; elle correspond encore bien manifestement aux sables bigarrés de Nyons, de Saint-Paul-Trois-Châteaux, du Royans, qui se montrent sous la mollasse, mais comme terrain distinct et indépendant de celle-ci. Nous pensons que ces dépôts d'eau douce sont avec la mollasse dans la même relation que le calcaire de la Beauce avec les faluns du bassin de la Loire (1).

---

(1) Dans sa *Statistique minéralogique de la Drôme*, M. Sc. Gras a distingué l'une de l'autre deux formations lacustres, qu'il appelle *premier* et *second terrain d'eau douce:* la première, inférieure à la mollasse marine et complétement indépendante d'elle; la seconde, plus récente, supérieure aux premières assises de la mollasse marine, intercalée, par conséquent, dans cet étage. Cependant, en général, cette seconde formation lacustre repose sur des terrains plus anciens que la mollasse, et ce n'est que sur un petit nombre de points que l'on peut, d'après M. Gras, constater l'existence de couches de mollasse marine placées au-dessous d'elle. Il cite, à cet égard, Auriple, le Fort-les-Coquilles, et le pied de la chaîne de Raye, entre Crest et Chabreuil. Dans les deux premières localités, nous n'avons trouvé que deux petits lambeaux de mollasse marine bien évidemment *supérieurs* à la formation lacustre; mais, au fond de la chaîne de Raye, l'intercalation de celle-ci entre deux assises de mollasse marine se vérifie parfaitement dans plusieurs coupes naturelles très nettes, depuis la tour de Barce-

Passons maintenant à la série des assises crétacées :

a. — Grès à ciment calcaire, ou calcaire sablonneux, jaunâtre, chlorité, contenant les fossiles des grès d'Uchaux, et particulièrement les espèces énumérées plus haut, qui presque toutes ont été recueillies sur le point par où passe notre coupe, de même que sur le plateau de Rouvière. Dans une couche un peu inférieure, on rencontre l'*Ostrea columba*, var. jeune, à crochet strié ; et au-dessous, la couche *b*, pétrie de bryozoaires, comme au-dessus de Dieu-le-Fit.

c. — Grès jaunâtres ou verdâtres, sans fossiles, peu fortement cimentés ; sables blancs, jaunes ou d'un vert pâle, peu cohérents ; sables de teintes plus foncées, un peu plus solidement agrégés. Le tout forme une assise que les eaux entament et ravinent facilement, et probablement cette assise a fourni une bonne partie des sables qui sont à la base de la formation lacustre tertiaire.

d. — Calcaires bleuâtres, sableux, assez durs, mais à cassure mate, terreuse, contenant quelques grains verts ; ils renferment çà et là quelques petites bandes ou rognons de silex. Ils alternent avec des couches plus sableuses, jaunâtres, peu cohérentes. Ces calcaires renferment quelques fossiles qui ne sont pas à l'état de moules siliceux, comme ceux des couches suivantes : *Ananchytes ovata*, Lam. ; *Micraster cor-anguinum*, Ag.? ; *Terebratula carnea*, Sow., et des empreintes d'Inocérames.

e. — Calcaire sableux, jaunâtre, pénétré de silice, passant par places à une roche de silex presque pur ; des couches également remplies de gros rognons siliceux irréguliers forment toute cette partie de la montagne. A cette assise appartiennent des moules entièrement siliceux d'échinides, dont le gisement est très intéressant, par leur position bien au-dessous de l'horizon des grès d'Uchaux : *Galerites vulgaris*, Ag. ; *Ananchytes ovata*, Lam. ; *A. gibba*, id. ; *Micraster cor-anguinum*, Ag. (var. *M. cor-testudinarium*, id.). Nous avons déjà cité l'un de ces oursins avec les fossiles de l'assise *a*, sur le plateau de Rouvière ; voilà donc plusieurs espèces que l'on a regardées souvent comme caractéristiques de la craie blanche, et qui se trouvent ici dans l'horizon des grès d'Uchaux et dans des couches qui leur

---

lone jusqu'à la Beaume-Cornillane. La formation lacustre, très puissante, consistant en sables, marnes bigarrées avec traces de gypse et de lignite, et calcaires à coquilles d'eau douce, est surmontée par une grande épaisseur de mollasse marine ; et, d'autre part, on trouve au-dessous d'elle une assise peu épaisse d'une autre mollasse, remplie de petits bryozoaires. Le tout repose, en couches très inclinées, sur le calcaire néocomien supérieur.

sont très positivement inférieures ; la même remarque peut être faite à l'occasion de la *Terebratula carnea*, du *Janira quadricostata*, d'Orb., etc.

f. — La dernière partie de la pente de la montagne, jusqu'au sommet, est formée de grès à ciment calcaire plus ou moins chlorités ; et tout l'escarpement qui regarde le nord est composé de grès analogues *g*, rappelant complétement le grès de la base de la craie chloritée des environs de Grenoble, du Villard-de-Lans, etc.

h. — A la base de ce grand escarpement formé par les assises inférieures de la craie chloritée, on rencontre un étage très épais de marnes d'un gris bleuâtre, sableuses, alternant avec des couches de grès. Ces marnes occupent presque tout l'espace compris entre les montagnes de Dieu-le-Fit et celles de la forêt de Saou. Les fossiles y sont rares ; MM. Thiollière et Dumortier ont bien voulu me communiquer deux Ammonites qu'ils avaient recueillies dans cet étage au-dessous de Bourdeaux, et qui m'ont paru être les *Ammonites Dufrenoyi*, d'Orb. et *A. Martinii*, id. Ces fossiles confirment ce qui résulte d'ailleurs de l'étude de ces marnes sur d'autres points du département ; elles correspondent aux marnes d'Apt ou marnes à Plicatules. C'est dans une couche de grès subordonnée à ces mêmes marnes que se rencontre, un peu plus au nord, à Beaufort, le gisement de poissons fossiles dont M. Paul de Rouville a donné la description dans le *Bulletin*, t. XII, p. 178.

Les particularités intéressantes que nous venons de signaler dans cette coupe de la montagne du Poët se retrouvent sur d'autres points du département de la Drôme. Si de Dieu-le-Fit on se rend à Nyons, par Montjoux, on voit que les couches de sables et de grès vert qui forment la colline de Rouvière occupent tout le fond de la vallée de Dieu-le-Fit, et qu'elles se relèvent au midi comme au nord sur le flanc de la montagne qui sépare le bassin de Dieu-le-Fit de la vallée du Lez. Au-dessous d'elles apparaissent alors les assises *d*, *e*, *f*, de la coupe précédente : à l'assise *d* appartient un calcaire crayeux, sableux, blanc, avec des silex noirs, exploité en face de Montjoux et comme pierre de taille à Dieu-le-Fit ; j'y ai trouvé des oursins dont le test est silicifié en partie, et qui sont encore le *Micraster cor-anguinum*, Ag., et l'*Ananchytes ovata*, Lam. Un peu plus loin, à Béconne, on trouve, au-dessous de ces assises, la craie chloritée bien caractérisée, avec *Holaster suborbicularis*, Ag., puis les marnes bleues noirâtres de l'étage aptien ; et enfin, à la Roche Saint-Secret, ces marnes reposent immédiatement sur les calcaires néocomiens inférieurs avec Criocères, *Ammonites subfimbriatus*, d'Orb., *A. Gratianus*, id., etc.

Des coupes toutes semblables peuvent être suivies avec le plu-

grand détail, soit dans la gorge de l'Aygues, au-dessus de Nyons, soit dans celle de l'Ouvèze, entre Mollans et le Buis. Dans cette dernière, en face du point où l'Ouvèze reçoit le ruisseau qui vient du vallon de Plaisians, on trouve, sur le bord de la route, une couche sableuse pétrie de *Galerites vulgaris*, Ag. Cette couche n'est pas la plus élevée de la série crétacée; il s'en faut même de beaucoup; elle repose presque immédiatement sur une assise sableuse, verdâtre, où j'ai recueilli plusieurs exemplaires de *Holaster suborbicularis*, Ag. Un peu plus loin, à Eygaliers, et près du hameau de Bluye, commune de Plaisians, j'ai trouvé *Holaster subglobosus*, Ag., et *Ammonites Mantelli*, Sow.; la craie chloritée qui renferme ces fossiles sert de base à une assise de marnes, contenant une couche d'argile noire, bitumineuse, où l'on a tenté d'exploiter du lignite.

Toutes les grandes crêtes de cette partie méridionale du Dauphiné, la crête de Bluye, celle du mont Ventoux, etc., sont formées par une longue série de couches calcaires plus ou moins sableuses, plus ou moins remplies de rognons siliceux, auxquelles sert de base la craie chloritée bien caractérisée, avec *Holaster suborbicularis*, *H. subglobosus*, Ag., etc. La coupe de cette série de couches doit donc encore correspondre à celle de la chaîne du Poët à Dieu-le-Fit.

Enfin, à Clansayes, près Saint-Paul-Trois-Châteaux, la série des assises crétacées présente encore des particularités analogues. L'étage des marnes d'Apt est représenté, au quartier de la *Leuze*, par des marnes sableuses, avec *Ostrea aquila*, *Belemnites semi-canaliculatus*, Blainv., etc. Au-dessus viennent des grès jaunâtres chlorités, formant la base de la colline de Venterol, et le reste de cette colline est composé d'une grande masse de sables et grès ferrugineux, contenant les fossiles du gault à l'état de moules siliceux roulés, dans les ravins de Gaspardoux. Nous regardons ces sables comme faisant déjà partie de la craie chloritée; le gault manque ici comme dans les localités dont nous avons parlé ci-dessus, et ses fossiles sont roulés et remaniés dans les assises inférieures de la craie chloritée. En avançant vers le village de Clansayes, on voit que ces sables ferrugineux sont surmontés par d'autres assises de craie chloritée, où l'on trouve beaucoup de fossiles, et particulièrement : *Ammonites Mantelli*, Sow.; *Ancyloceras*, indét.; *Spondylus striatus*, Goldf.; *Ostrea carinata*, Lam.; *Holaster suborbicularis*, Ag.; *Hemiaster bufo*, id.; *Micraster distinctus*, id.; *Catopygus carinatus*, id., etc. En continuant à monter dans la direction du S.-E., on arrive bientôt sur le plateau de Pansier, formé de grès blanchâtres, avec beaucoup de grains de quartz et des rognons de silex : ces grès renferment en abondance les *Galerites vulgaris*, Ag., *G. subrotunda*, id., *G. albo-galerus*, id.,

accompagnés d'autres échinides peu déterminables et de divers autres fossiles. Ce gisement correspond exactement à celui de la vallée de l'Ouvèze, entre Mollans et le Buis, et aux assises *e* et *d* de la montagne du Poët; mais, sur ce plateau, il ne subsiste plus de traces des assises crétacées qui devraient venir au-dessus.

J'indiquerai encore, en terminant cette note, quelques faits relatifs aux caractères du terrain de craie dans les départements de la Drôme et des Hautes-Alpes.

Les crêtes si remarquables qui circonscrivent de toutes parts la vallée elliptique de la forêt de Saou, au S.-E. de Crest, sont formées d'une épaisse série de grès et de calcaire siliceux, reposant, sur tout leur pourtour extérieur, sur les marnes sableuses, noires, de l'étage aptien. Ces grès et calcaires siliceux correspondent à ceux des escarpements du Poët (assises *g* et *f*); on y voit des empreintes d'Inocérames, comme dans la craie chloritée des environs de Grenoble. Dans l'intérieur du bassin de la forêt, on trouve des assises sableuses, supérieures à ces couches, et contenant quelques fossiles, entre autres le *Janira quadricostata*, d'Orb. Cependant le manque de bonnes coupes naturelles ne permet pas de déterminer les caractères de l'assise crétacée sur laquelle repose immédiatement une formation tertiaire lacustre exactement semblable à celle de Dieu-le-Fit, qui occupe le centre de la vallée.

Les grandes cimes du Dévoluy, aux limites communes des trois départements du Dauphiné, sont aussi formées, comme nous l'avons précédemment indiqué (*Bull.*, t. X, p. 20), de calcaires siliceux, constituant un étage d'une puissance énorme, superposé aux marnes aptiennes, et reposant directement, à sa limite orientale, sur le calcaire oxfordien. Le mont Aurouse est composé de ces calcaires à silex, à couches à peu près horizontales dans leur ensemble; sur le vaste plateau qui couronne cette montagne s'élève le pic de Bure (2713 mètres), on l'on peut suivre la continuation de la série des couches crétacées. A une quinzaine de mètres en dessous du sommet, j'ai trouvé une assise de calcaire crayeux, légèrement chlorité, rempli de petits bryozoaires, et contenant en même temps une grande quantité d'*Ostrea vesicularis*, Lam.

Sur la rive droite de Béous, entre Veynes et Montmaur, on peut suivre en détail une coupe analogue des assises crétacées, dont j'ai aussi donné la description dans la note précitée (*Bull.*, t. X, p. 25). Les dernières couches du terrain de craie sont des grès assez friables, de diverses teintes, qui renferment également en abondance l'*Ostrea vesicularis*. Ils sont recouverts immédiatement par une for-

mation lacustre qui est encore, selon toute apparence, synchronique de celles de Lus-la-Croix-Haute, de Dieu-le-Fit, etc.

On voit, par ces divers exemples, que les assises supérieures de la série crétacée, dans les départements de la Drôme et des Hautes-Alpes, renferment, sur plusieurs points, des fossiles que l'on considère habituellement comme caractéristiques de la craie blanche du bassin parisien, mais que ces fossiles ne peuvent cependant suffire pour établir l'existence de ce dernier étage. En effet, nous les rencontrons dans des couches qui, sur les points où la série paraît la plus complète, comme à Dieu-le-Fit, sont inférieures à l'horizon si bien caractérisé des grès d'Uchaux. Les couches à *Ostrea vesicularis* que nous venons de signaler sont peut-être, il est vrai, supérieures à ce niveau ; mais nous ne connaissons encore, sur aucun point de cette région, le *Belemnitella mucronata*, qui caractérise la craie blanche dans les montagnes de la Chartreuse.

M. Élie de Beaumont demande si ces couches crétacées ne sont pas les mêmes que celles de Villars-de-Lans, et quelle est l'épaisseur des divers étages dans les localités citées par M. Lory.

M. Lory répond qu'au Villars la série crétacée est plus complète, et que la craie blanche s'y trouve avec les fossiles caractéristiques ; que dans la vallée de Sont, comme à Crest, il n'y a pas de craie blanche.

M. Lory ajoute que, près de Grenoble, la craie chloritée a plus de 100 mètres, et la craie blanche 50 mètres ; elle est moins épaisse à la Grande-Chartreuse, où sa texture est vraiment crayeuse, et où l'on y trouve le *Belemnites mucronatus*. La craie chloritée a beaucoup plus de puissance dans cette localité.

M. Élie de Beaumont remarque que c'est une tache de craie blanche dans l'Isère.

M. de Verneuil demande si M. Lory peut distinguer ces *Ananchytes ovata* et *Micraster cor-anguinum* de ceux de la craie blanche.

M. Lory dit que non ; ils sont dans un calcaire très siliceux et remplis de silex.

M. Coquand présente les observations suivantes sur les divisions de la craie dans le sud-ouest de la France :

Notice sur la formation crétacée du département de la Charente, par M. H. Coquand, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Besançon.

Après les travaux nombreux que la science possède sur la constitution géologique du sud-ouest de la France, et surtout après les publications récentes de M. d'Archiac, il pourra paraître surprenant qu'il soit proposé un remaniement dans la classification de la formation crétacée de cette partie de la France; et le géologue, qui ne recule pas devant une tentative de ce genre, semble s'exposer à un reproche justement mérité d'imprudence ou d'innovation. J'aurais bien certainement reculé devant une hardiesse pareille, si je n'avais eu à légitimer les divisions que je dois suivre dans mon texte explicatif, divisions qui correspondent aux teintes conventionnelles que j'ai adoptées pour la carte géologique de la Charente, dont la confection m'a été confiée. Les conclusions auxquelles j'ai été conduit par huit années d'études, diffèrent d'ailleurs très notablement de tout ce qui a été écrit jusqu'ici. Pour indiquer tout d'abord en quoi mes idées s'écartent le plus radicalement de celles émises par les géologues qui m'ont précédé, je dirai que les principales divergences consistent en ce que je n'admets pas dans les deux Charentes l'existence de la craie chloritée de Rouen, et que j'admets, au contraire, l'existence de la craie blanche de Meudon et de Maestricht. J'espère confirmer l'exactitude de cette double affirmation par des arguments tirés à la fois et de l'ordre de superposition et de la distribution des animaux fossiles, en démontrant que la stratigraphie et la paléontologie, qui se contrôlent d'une manière si admirable, pour ne pas dire infaillible, dans toutes les parties du monde connu, acquièrent dans le département qui est l'objet de cette notice un titre de plus à la confiance qu'elles inspirent; car il est facile d'y établir des horizons distincts au moyen de faunes distinctes, tout comme il est facile de s'assurer que celles-ci sont spéciales à l'étage qu'elles caractérisent, et qu'elles n'empiètent jamais sur le domaine des faunes limitrophes, si ce n'est dans quelques bancs qui font passage d'un étage à un autre, et dont, faute de pouvoir en opérer une séparation rigoureuse et mathématique, le géologue est obligé de faire, pour ainsi dire, un terrain neutre.

Il est superflu de faire remarquer que les principes que nous venons d'énoncer ici sont indépendants de la détermination fautive ou hasardée de quelques espèces douteuses ou bien de la comparaison établie par divers auteurs, entre des localités éloignées les unes des autres, et dont l'assimilation n'avait pas pour base l'identité des fossiles recueillis.

C'est ainsi, par exemple, que l'on s'est obstiné à ne voir dans les couches les plus élevées de la craie de Royan et de Barbezieux que le représentant de la craie de Villedieu à *Micraster cor-anguinum* Agass., tandis qu'à Cognac et ailleurs où cet échinoderme abonde, on oublie de mentionner que les bancs à *Micraster* sont surmontés par trois étages superposés dans lesquels on reconnaît très bien, et dans la position qui leur appartient et avec les fossiles qui leur sont propres, la craie blanche de Meudon et celle de Maestricht. Aussi est-on étonné de voir un auteur recommandable et dont la paléontologie a assuré la réputation, qui, pensant avoir recueilli dans une véritable craie blanche une variété d'*Ostrea*, rappelant par sa forme l'*Ostrea columba*, Lam., arguer de la présence de ce seul fossile (que, malgré des recherches minutieuses, je n'ai pu parvenir à retrouver), pour considérer cette craie comme l'équivalent de la craie chloritée de Rouen, et ne tenir aucun compte de l'*Ostrea vesicularis*, Lam., de l'*Ostrea frons*, Park., de l'*Ostrea larva*, Lam., de l'*Ananchytes ovata*, Lam., du *Conoclypus Leskei*, Agass., et d'une foule d'autres espèces tout autant caractérisques de la craie de Meudon ou de Maestricht et dont la signification proteste contre la date qu'on cherche à leur faire représenter.

Pour bien apprécier la portion de la formation crétacée qui est représentée dans la Charente, il est utile de connaître les termes dont elle est composée ailleurs.

Considérée dans son ensemble, cette formation est divisée par les géologues anglais et par M. d'Archiac en quatre groupes qui sont, pris en bloc et dans l'ordre ascendant :

1° Le groupe néocomien, ou le grès vert inférieur ;

2° Le groupe du gault ;

3° Le groupe de la craie tuffeau (grès vert supérieur) ;

4° Le groupe de la craie blanche.

Subdivisés en étages d'après l'ordre de superposition et d'après les distinctions des faunes, ces groupes peuvent être désignés par étages de la manière suivante :

1. GROUPE NÉOCOMIEN.
   1. *Étage inférieur* (*valangien* des géologues suisses), caractérisé par le *Strombus Sautieri*, Coquand.
   2. *Étage moyen* (*marnes d'Hauterive*), caractérisé par le *Belemnites dilatatus*, Blainv., et l'*Ammonites radiatus*, Brug.
   3. *Étage supérieur* (*urgonien* de M. d'Orbigny, *calcaire à Chama ammonia*), caractérisé par la *Chama ammonia*, Goldf., le *Radiolites neocomiensis*, d'Orb., et *Radiolites Marticensis*, d'Orb.

2. GROUPE DU GAULT.	1. *Étage inférieur* (*étage aptien* de M. d'Orbigny, *argiles à Plicatules*), caractérisé par le *Belemnites semicanaliculatus*, Blainv., et l'*Ostrea aquila*, d'Orb. 2. *Étage supérieur* (*gault*), caractérisé par l'*Ammonites Beudanti*, Brong., et l'*Ammonites mamillatus*, Schloth.
3. GROUPE DE LA CRAIE TUFFEAU.	1. *Étage inférieur* (*craie chloritée de Rouen*, *cénomanien* de M. d'Orbigny, *grès vert supérieur*), caractérisé par l'*Ostrea conica*, d'Orb., les *Ammonites rothomagensis*, Lam., *varians*, Sow., *Mantelli*, Sow., le *Scaphites æqualis*, Sow., le *Pecten asper*, Lam. 2. *Étage supérieur* (*étage turonien* de M. d'Orbigny, *grès vert supérieur*). Cet étage, compris entre les bancs à *Ostrea columba* et la base de la craie blanche, est caractérisé par les *Ostrea columba*, Lam., et *plicata*, Lam., le *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., et la *Sphærulites Desmoulinsiana*, Matheron).
4. GROUPE DE LA CRAIE SUPÉRIEURE.	1. *Étage inférieur*, craie marneuse. 2. *Étage moyen*, craie blanche à *Ostrea vesicularis*, Lam. 3. *Étage supérieur*, calcaire pisolithique.

Ces secondes subdivisions, quoique moins générales que les précédentes, sont insuffisantes cependant pour exprimer d'une manière convenable les coupes naturelles qu'on est en droit d'opérer dans l'ensemble des formations sédimentaires, surtout quand ces coupes sont en harmonie avec les principes paléontologiques, qui seuls, et à l'exclusion du caractère pétrographique dont la valeur est de moindre importance, doivent servir de base philosophique aux classifications géologiques.

C'est ce but que j'ai tenté d'atteindre dans mon travail sur la formation crétacée de la Charente, en m'appuyant sur la persistance de plusieurs coquilles au milieu de certaines limites verticales qu'elles ne dépassent jamais. Or, la profusion des *Ostrea* et surtout des rudistes, dont les espèces changent incontestablement suivant les niveaux auxquels on les observe, m'a fourni des jalons précieux qui m'ont permis de tracer mes horizons avec la plus grande sûreté, tout en m'empêchant de confondre des couches que leur faciès extérieur semblait identifier.

J'ai apporté le plus grand soin dans la détermination des corps organisés fossiles, ainsi que dans la désignation des lieux où je les ai recueillis. J'ai pu éviter, grâce à cette double précaution, une foule

d'erreurs qui se sont glissées dans la Paléontologie française et dans les travaux de M. d'Archiac, erreurs inévitables de la part de cet auteur, qui n'a pas eu, comme moi, le bénéfice du temps et les facilités de tout genre pour voir et revoir pas à pas chaque localité.

La formation crétacée n'existe pas à l'état complet dans la région du sud-ouest de la France dont nous nous occupons. Les groupes néocomien et du gault y manquent complétement, et celui de la craie tuffeau, que nous désignerons dorénavant par le nom de craie inférieure, n'est représenté que par la portion des grès verts supérieurs à la craie chloritée de Rouen : en d'autres termes, elle débute par les bancs à *Ostrea plicata*, Lam. (*O. flabellata* d'Orb.); mais, à partir de cet horizon, la série est complète jusques et y compris le niveau de la craie de Maestricht.

Nous admettons, à l'exemple des géologues anglais, quatre groupes dans la formation crétacée ; ce sont : 1° le néocomien ; 2° le gault ; 3° la craie inférieure, et 4° la craie supérieure. Les groupes seront partagés en étages et ceux-ci en sous-étages. Les étages sont délimités d'après l'identité des faunes et les sous-étages d'après la composition minéralogique. Ces derniers peuvent offrir des variations suivant les localités où on les observe, tandis que les étages sont ici indépendants de tout changement qui peut survenir, soit dans la nature, soit dans la puissance des matériaux constituants.

Le tableau qui suit énonce les divisions et les subdivisions que nous avons adoptées dans la formation crétacée du département de la Charente et qui sont identiquement les mêmes pour celui de la Charente-Inférieure.

CRAIE INFÉRIEURE.

Premier étage.

Craie chloritée de Rouen, caractérisée par l'*Ammonites rothomagensis*, Lam., et l'*Ostrea conica*, d'Orb.
(Il manque dans la Charente.)

Deuxième étage.

1er sous-étage. — Argiles lignitifères.

2e sous-étage. — Grès verdâtre calcarifère et grès sableux, ferrugineux, caractérisés par l'*Ostrea plicata*, Lam. (*O. flabellata*, d'Orb.).

3e sous-étage. — Calcaire à Ichthyosarcolites et à Alvéolines, caractérisé pa l'*Ostrea columba*, Lam., la *Caprina adversa*, d'Orb., et la *Sphærulites foliacea*, Lam.

4e sous-étage. — A rgiles tégulines, caractérisées par l'*Ostrea plicata*, Lam., l'*O. columba*, Lam., et l'*O. biauriculata*, Lam.

CRAIE INFÉRIEURE (*suite*).

5e sous-étage. — Sables supérieurs à *Ostrea plicata*, Lam., *O. biauriculata*, Lam., et *O. columba*, Lam.

6e sous-étage. — Second banc à Ichthyosarcolites.

7e sous-étage. — Calcaire marneux avec *Ostrea columba*, (var. *major*) Lam., *Ostrea carinata*, Lam., *Terebratula pectita*, Sow., *Inoceramus problematicus*, d'Orb., *Pleurotomaria Gallieni*, d'Orb.

Cet étage correspond au deuxième horizon des rudistes (1).

Troisième étage.

1er sous-étage. — Calcaire subcristallin en plaquettes.

2e sous-étage. — Calcaire dur, saccharoïde (pierre à paver d'Angoulême).

3e sous-étage. — Calcaire pierre de taille, caractérisé par la *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., et l'*Hippurites cornu-vaccinum*, Bronn.

Cet étage correspond au troisième horizon des rudistes.

Quatrième étage.

1er sous-étage. — Calcaire marneux en plaquettes.

2e sous-étage. — Calcaire solide (appelé *chaudron*) à *Sphærulites Sauvagesi*, d'Orb., et *S. Desmoulinsiana*, Math.

3e sous-étage. — Calcaire feuilleté marneux.

Cet étage correspond au quatrième horizon des rudistes.

CRAIE SUPÉRIEURE.

Premier étage.

1er sous-étage. — Sable et grès sableux de Richemont.

2e sous-étage. — Craie solide caractérisée par l'*Ostrea auricularis*, Brongn., la *Sphærulites sinuata*, d'Orb., le *Micraster cor-anguinum*, Agass., et la *Terebratula vespertilio*, Brocchi.

3e sous-étage. — Craie tendre avec silex (*Petite-Champagne*).

Cet étage correspond au cinquième horizon des rudistes.

Deuxième étage.

Craie tendre à *Ostrea vesicularis*, Lam., *O. larva*, Lam., *Sphærulites Hœninghausi*, Desmoul., *Radiolites crateriformis*, Desmoul., *Ananchytes ovata*, Lam. (*Grande-Champagne*).

Cet étage correspond au sixième horizon des rudistes.

Troisième étage.

Calcaire jaune à *Sphærulites cylindracea*, Desmoul., *Radiolites Jouanneti*, Desm., et *Hippurites radiosa*, Desmoul.

Cet étage correspond au septième horizon des rudistes.

---

(1) On sait que la première apparition des rudistes remonte à l'étage supérieur du groupe néocomien.

Il est superflu de rappeler que, dans les deux Charentes, la direction générale des collines dont sont constituées les formations secondaires est du nord-est au sud-ouest, et qu'à partir de la forêt d'Horte, sur les confins du département de la Dordogne jusqu'à l'île d'Oleron, le terrain crétacé s'appuie d'une manière transgressive sur les différents étages du terrain jurassique, et s'étend du côté de la Gironde, en envahissant dans la Charente une partie des arrondissements d'Angoulême et de Cognac, et l'arrondissement entier de Barbezieux. Les divers termes qui le composent sont disposés en retrait les uns au-dessus des autres, et, à cause de la faible inclinaison des couches, ils forment des zones plus ou moins larges, généralement parallèles entre elles.

Nous allons esquisser rapidement les traits principaux que nous avons reconnus dans les derniers étages de la craie de la Charente, en nous bornant à ce qu'ils peuvent offrir d'essentiel, cette notice n'étant en réalité que le résumé de notre travail général sur la géologie de ce département.

PREMIÈRE PARTIE.

CRAIE INFÉRIEURE.

Premier étage, comprenant la craie chloritée de Rouen.

Ce premier étage manque complétement dans les deux Charentes, et les géologues, qui ont cru en trouver l'équivalent dans l'ensemble de la formation, ont fait une confusion contre laquelle il est utile de se prémunir. En effet, les fossiles les plus abondants et les plus caractéristiques de la colline de Sainte-Catherine, près de Rouen, et qui sont le *Nautilus Archiacianus*, d'Orb.; *Ammonites Mantelli*, Sow.; *Ammonites rhotomagensis*, Defr.; *Ammonites varians*, Sow.; *Turrilites costatus*, Lam.; *Scaphites æqualis*, Sow.; *Avellana cassis*, d'Orb.; *Ostrea conica*, d'Orb.; *Pecten asper*, Lam.; *Galerites castanea*, Ag., etc., n'ont jamais été signalés dans les deux Charentes. Il est vrai de dire que l'on trouve au-dessus du second banc à *Ichthyosarcolites*, notamment à Sillac, près d'Angoulême, une Ammonite, que M. d'Orbigny (*Paléontologie française*, pl. 103), a considérée comme une variété de l'*Ammonites Mantelli*, Sow., dépouillée de ses tubercules dorsaux, tandis qu'elle se rapporte à l'*Ammonites navicularis* de Mantell. On pourrait critiquer avec autant de raison quelques autres espèces que l'on a assuré être communes entre les deux étages de la craie inférieure, dont l'un est caractérisé par l'*Ostrea conica*, d'Orb., et le second par l'*Ostrea columba*, Lam.

Mais ces erreurs paléontologiques, la paléontologie se charge de les corriger successivement.

Au surplus, le fait de la suppression du premier étage de la craie inférieure dans le département de la Charente ressort très nettement de l'étude comparative de plusieurs contrées du midi de la France, où l'on voit de la manière la plus évidente que la craie chloritée de Rouen supporte les couches supérieures à *Ostrea columba*, dont elle est séparée par une formation d'eau douce lignitifère de plus de 60 mètres de puissance, et qui n'est autre chose que l'équivalent des argiles lignitifères de l'île d'Aix et des environs d'Angoulême. Comme il est utile de mettre ce fait en lumière, nous choisirons pour sujet de notre démonstration une des localités les plus instructives et les plus intéressantes à la fois, celle de Saint-Paulet, près du Pont-Saint-Esprit, dans le département du Gard. Effectivement, la coupe des terrains compris entre les rochers de Roquebrune, sur les bords du Rhône, en face de Mondragon, et la rivière de l'Ardèche, au delà de laquelle la craie inférieure et le gault reposent sur le terrain néocomien, permet de déterminer avec toute la précision désirable la place qu'occupent les bancs à lignites dans l'épaisseur des grès verts supérieurs, et de démontrer surtout que c'est à tort qu'on voudrait assimiler les bancs à *Ostrea columba*, Lam., et la montagne de Sainte-Catherine.

Une faille (fig. 1), dirigée sensiblement de l'est à l'ouest, et qui, partant des environs de la ville du Pont-Saint-Esprit, passe par le revers nord du village de Carsan, d'où elle va se perdre dans le massif montagneux de la Chartreuse de Valbonne, a déterminé au milieu des terrains une ligne de rupture de chaque côté de laquelle les couches plongent en sens opposé, de sorte qu'en marchant des hauteurs de Roquebrune sur l'ermitage de Saint-Pancrace, l'observateur recoupe deux fois les mêmes bancs.

Les plus inférieurs A, qui se montrent à la base des affleurements, consistent en des marnes grisâtres qui appartiennent à cette partie inférieure du gault que l'on connaît sous la dénomination de *terrain aptien* ou de *marnes à Plicatules*. On y trouve le *Belemnites semicanaliculatus*, Blainv., et l'*Ammonites Nisus*, d'Orb.

On remarque ensuite dans l'ordre ascendant :

1° Un grès B, à grains fins, parsemé d'une infinité de points verdâtres (*silicate de protoxyde de fer*), et contenant les *Belemnites semicanaliculatus*, Blainv., et *minimus*, Lister, ainsi que l'*Orbitolites lenticulata*, Lam., fossile si commun à la perte du Rhône.

Ce grès représente le gault proprement dit.

2° Des bancs puissants d'un grès sableux rouge C, très quartzeux,

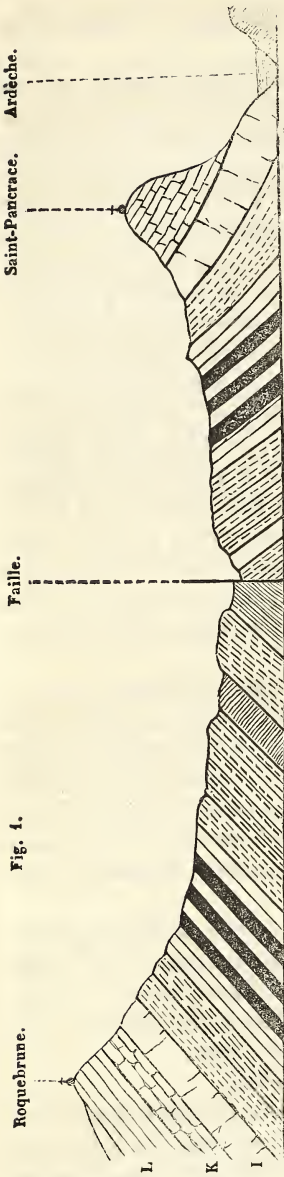


Fig. 1.

renfermant, à l'état subordonné, un banc de fer peroxydé, mélangé d'hydrate et de la variété magnétique décrite sous le nom de *Berthiérite*, dont la puissance oscille entre 1 mètre et $1^{m},50$. Ce grès ferrugineux, qui ne renferme aucun corps organisé fossile, me paraît appartenir au gault supérieur, et il forme, dans toute l'étendue du bassin, un horizon nettement accusé.

3° Des grès verts D, très puissants, solides ou friables, en couches alternantes avec des argiles sableuses et des marnes bleuâtres, caractérisés par le *Pecten asper*, Lam., le *Pecten quinquecostatus*, Sow., l'*Ostrea conica*, d'Orb., l'*Holaster suborbicularis*, Ag., le *Nautilus Archiacianus*, d'Orb., l'*Orbitolina concava*, Lam., et d'autres espèces fossiles spéciales à la craie chloritée de Rouen.

4° Des sables rougeâtres ou jaunâtres E, généralement friables, mais quelquefois agglutinés par un ciment siliceux ou calcaire, et formant alors, au milieu des portions meubles, des plaques interrompues ou des couches solides.

5° Une formation lacustre F, très puissante, presque exclusivement calcaire, renfermant beaucoup de coquilles d'eau douce, telles que des *Ampullaria* (*A. Faujassi*, Dumas), des Cyrènes, des Cyclades, des Pyrènes, etc. C'est dans ce système, dont l'épaisseur, sur plusieurs points du bassin, dépasse 60 mètres, qu'est enclavé un lignite piciforme avec rognons de succin, dont il existe trois bancs exploitables. Les calcaires qui avoisinent les combustibles sont remplis d'empreintes de végétaux. On remarque aussi des Huîtres à divers

niveaux dans cette formation, qu'on peut considérer comme étant d'origine fluvio-marine ou d'embouchure.

6° Des grès et des sables jaunâtres G, contenant à la base l'*Ostrea plicata*, Lam. (*O. flabellata*, d'Orb.), qui descend quelquefois jusque dans l'étage à lignites, et l'*Ostrea columba*, Lam., à la partie supérieure.

7° Des sables jaunâtres H passant à un grès friable, alternant avec des argiles sableuses.

8° Un grès lustré I, passant à un quartzite très solide, alternant avec des argiles sableuses et contenant la *Trigonia scabra*, Lam., et l'*Arca Requieniana*, d'Orb.

9° Un calcaire jaunâtre K, à points miroitants en couches minces, formant la base du calcaire à Hippurites.

10° Enfin, le calcaire à Hippurites L, formant des bancs très épais et représentant la partie supérieure des grès verts, mais parfaitement distincte et par sa position et par sa faune des bancs à *Ostrea columba*, Lam., et *Ostrea plicata*, Lam. Ces Hippurites, ou du moins les plus abondantes, sont les *Hippurites organisans*, Montf., et *cornu-vaccinum*, Bronn; elles sont accompagnées des *Sphœrulites Desmoulinsiana*, Math., et *Sauvagesii*, d'Orb.

Cette coupe du terrain crétacé des environs du Pont-Saint-Esprit démontre d'une manière péremptoire que la formation lacustre avec combustible fossile, qui se retrouve, sur la rive opposée du Rhône, dans la même position, est réellement intercalée dans l'étage du grès vert supérieur, et qu'elle est placée entre les couches à *Pecten asper*, Lam., et *Ostrea conica*, d'Orb. (craie chloritée de Rouen), et l'étage des *Ostrea columba*, Lam., et *plicata*, Lam., par lequel débute la craie inférieure dans les deux Charentes. C'est un nouveau wealdien spécial aux grès verts supérieurs. Celui du département du Gard, à cause de son importance et de son grand développement, pourrait être désigné par le nom de *terrain* ou d'*étage gardonien*.

Il est facile de se convaincre que les lignites de l'île d'Aix, qui remontent jusqu'au-dessus d'Angoulême, sont exactement de la même époque que ceux de Saint-Paulet : car ils forment la base, ou plutôt ils sont une dépendance de l'étage de grès vert à *Ostrea columba*, Lam., et *plicata*, Lam., ainsi qu'on le remarque dans le Gard, et ils reposent sur la formation jurassique sans l'intermédiaire de la craie chloritée de Rouen. Donc ce dernier terme, qui dans le midi de la France est placé au-dessous des couches à lignite, manque incontestablement dans les deux Charentes.

Deuxième étage.

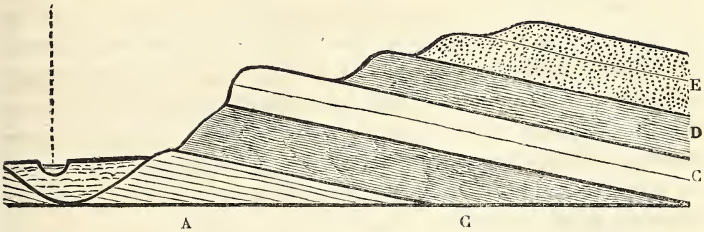
C'est par les argiles lignitifères, dont nous avons démontré l'équivalence avec les couches à lignites de Saint-Paulet, que débute la formation crétacée dans les départements de la Charente et de la Charente-Inférieure. Cet étage, composé de plusieurs sous-étages, que distinguent leurs caractères pétrographiques, est caractérisé très nettement par la présence des *Ostrea plicata*, Lam., *columba*, Lam., et *biauriculata*, Lam., qui le traversent dans toute son épaisseur, par la *Caprina adversa*, d'Orb., la *Sphærulites foliacea*, Lam., et par d'autres rudistes qui y forment des bancs très considérables. Ainsi que l'indique le tableau de nos divisions, nous avons admis sept sous-étages, dont nous allons esquisser les principaux traits.

Premier sous-étage. — *Argiles lignitifères.* —

Ces argiles sont ordinairement grisâtres ou bleuâtres, et remplies de rognons de pyrites de fer, dont la décomposition donne naissance à des efflorescences de sulfate de fer et d'alumine. Leur indépendance par rapport à la formation jurassique est manifeste, bien qu'à cause de la faible inclinaison des couches il ne soit pas facile d'observer sur un point donné des discordances de stratification tranchées. C'est ainsi que, dans les environs de Saint-Sulpice, à la limite occidentale du département, elles reposent directement sur les argiles gypsifères qui représentent une formation d'eau douce subordonnée à l'étage portlandien. Près de Saint-Même, elles s'appuient sur le portlandien supérieur ; à Angoulême, sur le portlandien moyen ; à Touvre, sur l'étage kimméridgien ; à Bouex, sur le corallien supérieur, et près de Grassac, sur le corallien inférieur. Leur transgressivité, par rapport aux étages jurassiques, est donc indubitable, déduction qu'on pouvait tirer, *à priori*, de l'absence des groupes néocomien, du gault et de la craie chloritée de Rouen, dans l'Angoumois et la Saintonge.

La route d'Angoulême au pont de Basseau fournit une démonstration fort intéressante de la superposition des argiles au calcaire portlandien. Les escarpements qui, dans le voisinage du pont, séparent la région des coteaux des plaines alluviales de la Charente, et que la route a profondément entamés, laissent lire la disposition indiquée par la fig. 2.

Charente. *Fig.* 2.



Les prairies s'appuient sur un calcaire solide A, composé d'oolithes fines, engagées dans un calcaire spathique et qui contient des *Nerinea* et des *Chemnitzia*. Il est surmonté par un calcaire très argileux B, pétri d'*Ostrea Bruntrutana*, Thurm., auquel succèdent d'autres bancs d'un calcaire solide C, jaunâtre, à cassure lithographique, renfermant la même espèce d'*Ostrea*, mais avec moins d'abondance, et dont la surface est criblée d'une infinité de cavités dues à des perforations de Pholades. Les trous laissés par les animaux perforants sont généralement perpendiculaires au plan des couches. On a donc affaire à un dépôt littoral.

La formation crétacée commence, en ce point, par un banc d'argile bleuâtre D, feuilletée, dont l'épaisseur est de 65 à 70 centimètres, et dans laquelle on a remarqué des rognons de succin brunâtre. Elles sont exploitées comme argile à foulon : la qualité m'en a paru d'ailleurs médiocre. Elles sont surmontées par une masse puissante de grès verts calcarifères E, solides ou friables, remplis de débris d'Huîtres, parmi lesquelles prédominent les *Ostrea plicata*, Lam., et *carantonensis*, d'Orb. Les grès verts envahissent le sommet des coteaux et se répandent dans la direction de Châteauneuf jusqu'à l'Océan, sous formes de bandes frangées. Les excavations qui ont été pratiquées dans la plaine de Saint-Yrieix, et notamment au Petit-Bardine, presque en face de la Poudrerie, ont atteint les argiles inférieures, qui doivent être calcarifères, puisqu'elles ont été utilisées pour le marnage des terres. J'y ai observé de nombreux fragments de végétaux carbonisés. On y a recueilli aussi quelques noyaux de succin.

Les seuls représentants du règne animal que je connaisse de cet étage consistent en une vertèbre d'un reptile de grande taille, découverte par M. de Terrasson, sous les Molidards et les Tarets qui sont engagés dans les bois fossiles ou dans la roche jurassique. Les troncs d'arbres, signalés par M. Fleuriau de Bellevue sur la côte de l'île d'Aix, gisent au milieu des argiles qui nous occupent, et, bien que

leur accumulation n'ait pris nulle part ailleurs autant de développement, on en rencontre cependant des vestiges sur plusieurs points de la Charente, et notamment dans les environs de Saint-Même. M. Manès (1) cite dans les lignites de l'île d'Aix divers mollusques convertis en calcédoine, et entre autres le *Sphærulites Bellævisus*, la *Caprina opposita*, le *Pecten quinquecostatus*, le *Nautilus triangularis*, la *Gryphæa aquila*, la *Gryphæa columba* et le *Spatangus cor-anguinum*. Il a dû se glisser quelques inexactitudes dans la détermination de ces espèces.

Deuxième sous-étage. — *Grès verdâtres calcarifères et grès sableux ferrugineux*. — Aux argiles lignitifères succèdent des grès verdâtres, solides ou friables, et dont les grains de quartz sont souvent agglutinés par un ciment calcaire. Entre Fléac et le pont de Basseau, le calcaire devient si abondant, qu'il s'isole en plaques ou en noyaux assez volumineux, et donne naissance à une roche bréchiforme des mieux accusées.

L'alternance entre des grès solides et des sables et l'enchevêtrement des uns et des autres font que les masses qui composent ces roches sont généralement éboulenses, comme on peut s'en assurer dans les alentours de Nersac. La partie supérieure du sous-étage est occupée par des sables ferrugineux exploités sur plusieurs points du faubourg Saint-Pierre, endurcis par places et passant alors à un grès ocracé, dont la stratification est irrégulière et interrompue; son épaisseur est variable. Les fossiles que j'y ai recueillis sont les suivants :

Ostrea columba, Lam. (*varietas minor*).
— *plicata*, Lam. (*flabellata*, d'Orb.).
— *carantonensis*, d'Orb.
Ichthyosarcolites. . . . .
Orbitolites plana, d'Arch.
— *mamillata*, d'Arch.
et des tiges de végétaux indéterminables.

Ces fossiles se trouvent constamment à l'état roulé ; seulement l'épaisseur de leur test les a préservés d'une destruction complète.

La puissance du second sous-étage oscille entre 15 et 25 mètres.

Troisième sous-étage.—*Calcaire à Ichthyosarcolites et à Alvéolines*.—Par sa puissance et par les remarquables espèces de fossiles qu'il contient, ce calcaire constitue un des termes les plus importants de

(1) *Description physique, géologique et minéralurgique du département de la Charente-Inférieure*, 1853, p. 183.

notre second étage. Exploité dans beaucoup de localités comme pierre de taille, placé entre des grès verts et des argiles remplies d'Huîtres qui ne permettent pas de se tromper sur sa position véritable, il devient un des points de repère le plus aisé à reconnaître de la formation crétacée de cette partie de la France. Les limites dans lesquelles doit se renfermer cette notice ne nous permettent pas d'entrer ici dans beaucoup de détails sur les variations nombreuses que ce calcaire présente dans le grain et sa composition, et moins encore sur sa distribution géographique. Nous nous bornerons à dire que les deux localités les plus intéressantes du département de la Charente sont les coteaux de Saint-Trojan, près de Cognac, et l'emplacement des ateliers du chemin de fer, c'est-à-dire le triangle dans lequel la ligne du chemin de fer, la base du plateau d'Angouême et de la Charente enserrent le faubourg de l'Houmeau.

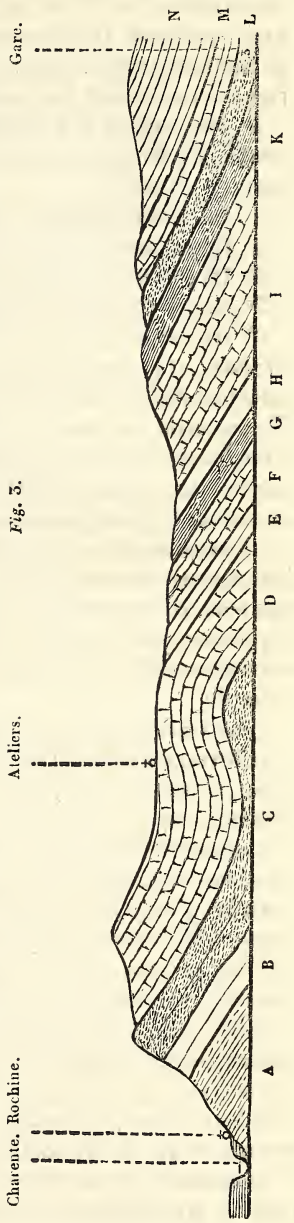


Fig. 3.

Nous donnons, dans la fig. 3, la succession des divers bancs que l'on traverse, à partir de la Charente jusqu'à l'entrée de la gare des voyageurs.

Les fondations de la fabrique de briques réfractaires de la Rochine, sur les bords de la rivière, sont creusées dans les grès verts A, supérieurs aux argiles lignitifères dont nous venons de parler, et dans lesquels on a découvert aussi quelques nids de résine fossile. On rencontre ensuite :

1° Un calcaire marneux B, feuilleté, mélangé de sable, et établissant le passage des assises A au calcaire supérieur C ;

2° Des bancs d'un calcaire coquillier

C, très grossier, entièrement pétri de fragments anguleux ou roulés de coquilles dont le test fort épais est passé à l'état de chaux carbonatée spathique. On y remarque de nombreux débris de Caprines et de Nérinées, agglutinés par un ciment calcaire et dont l'aspect général rappelle exactement les gâteaux formés d'amandes concassées ;

3° Des couches très épaisses d'un calcaire dur D, glanduleux et rempli d'*Ichthyosarcolites* et de Caprines gigantesques (*Caprina adversa*, d'Orb.) ;

4° Un calcaire marneux E, peu riche en fossiles ;

5° Un calcaire solide F, avec *Sphærulites foliacea*, Lam., etc. ;

6° Un calcaire marneux G ;

7° Un calcaire solide H, avec *Sphærulites polyconilites*, d'Orb., etc.

8° Des bancs d'un calcaire solide I, d'une couleur un peu foncée à la base, et passant à des calcaires plus blanchâtres, quoique toujours très durs et contenant la *Sphærulites triangularis*, d'Orb., la *Chama navis*, Coquand (*Caprotina navis*, d'Orb.), l'*Ichthyosarcolites triangularis* Desmar. (*Caprinella triangularis*, d'Orb.). Cette dernière espèce occupe surtout les parties les plus élevées, et elle est accompagnée d'une grande quantité d'*Alveolina cretacea*, d'Archiac.

La puissance de ce sous-étage comprenant les numéros un jusqu'à huit dépasse une trentaine de mètres. Bien que les divers fossiles que nous avons mentionnés se trouvent, en général, répandus dans l'épaisseur totale, on peut dire cependant que leur maximum de développement est en rapport avec la position que nous leur avons indiquée.

Quatrième sous-étage. — *Argiles tégulines.* — Des argiles bleues K, pyritifères, remplies d'*Ostrea columba*, Lam., d'*Ostrea biauriculata*, Lam., d'*Ostrea plicata*, Lam., d'*Ostrea flabellata*, d'Orb., dont la puissance est de 1 à 3 mètres.

Ces bancs d'argile que l'abondance et la spécialité de leurs fossiles, tout comme leurs caractères pétrographiques, rendent un des horizons géologiques les plus saillants de la Charente, sont la patrie par excellence des sources ; aussi la présence des prairies artificielles qu'elles arrosent révèle au géologue un de ses points de repère le plus sûr. Les argiles se laissent, en outre, très bien pétrir, et cette propriété précieuse est utilisée sur presque tous les lieux du département où elles affleurent. Elles servent à alimenter un nombre très considérable de tuileries : aussi le nom d'*argiles tégulines*, qu'on peut leur donner, est justifié par les exploitations auxquelles elles se prêtent, et par les services qu'elles rendent à l'industrie.

Cinquième sous-étage. — *Sables supérieurs.* — Il consiste en un banc de grès sableux L, de couleur jaune ou verdâtre, contenant les

mêmes Huîtres que les argiles inférieures, et de plus le *Catopygus columbarius*, Ag. ; sa puissance est de 1 mètre à 1m,50.

Sixième sous-étage. — *Second banc d'Ichthyosarcolites.* — Il est formé d'un banc calcaire M, à Ichthyosarcolites, épais de 1 mètre à 1m,50, et contenant l'*Ostrea columba*, Lam., l'*Ostrea biauriculata*, Lam., le *Pecten Fleuriausianus*, d'Orb., le *Nautilus triangularis*, Montf., le *Pterodonta inflata*, d'Orb., l'*Arca Guerangeri*, d'Orb.

Septième sous-étage. — Calcaire avec *Terebratula pectita*, Sow. Il consiste en une masse très puissante d'un calcaire marneux N, passant souvent à une argile bleuâtre susceptible de faire pâte avec l'eau. Ce sous-étage forme la base du plateau d'Angoulême, et c'est dans son épaisseur qu'a été percé le tunnel qui passe au-dessous de la ville. Puissance, 12 à 16 mètres.

Les fossiles qu'on y recueille le plus fréquemment sont les suivants :

Ammonites Fleuriausianus, d'Orb.
— *navicularis*, Mantell (*Mantelli*, d'Orb.).
Pterocera inflata, d'Orb.
Pleurotomaria Gallieni, d'Orb.
Ostrea columba, Lam. (*varietas major*).
— *hippopodium*, Nilsson.
— *carinata*, Lam.
Terebratula pectita, Sow.
— *carantonensis*, d'Orb.
Catopygus columbarius, Agass.
Nucleolites Ricardi.
Archiacia sandalina, d'Orb.
Des polypiers et des dents de poissons dont M. de Rochebrune possède une très belle suite.

Malgré les variations nombreuses que le caractère pétrographique imprime aux diverses assises de notre deuxième étage, nous n'avons pu les séparer les unes des autres à cause de la présence à tous les niveaux des *Ostrea columba* et *plicata*, ainsi que des rudistes connus sous le nom d'*Ichthyosarcolites*.

Nous indiquons ici les fossiles les plus communs que nous avons recueillis dans cet étage, en précisant, à côté de chaque espèce, leurs stations dans les différents sous-étages. Les chiffres correspondent au même numéro d'ordre de ces derniers :

Nautilus triangularis, Montfort, 3D, I, 7.
Ammonites navicularis, Mantell, 7.
— *Wolgari*, Mantell, 7.
— *Fleuriausiana*, d'Orb., 7.

Nerinea Fleuriausiana, d'Orb., 3D, H, I.
— *aunisiana*, d'Orb., 3D, H, I.
— *Bauga*, d'Orb., 3D, H, I.
— *monilifera*, d'Orb., 3D, H, I.
Pleurotomaria Gallieni, d'Orb., 3, I.
Pterodonta inflata, d'Orb., 3D, 6.
— *elongata*, d'Orb., 3D, I.
Pterocera incerta, d'Orb., H, 6.
Pecten Fleuriausianus, d'Orb., 3D, I, 6.
— *quinquecostatus*, Sow., 3D, 6.
— *phaseolus*, Lam., 3D, I.
Arca tailleburgensis, d'Orb., 6.
— *Guerangeri*, d'Orb., 6.
Trigonia sinuata, Park., 3D, I.
Chama lævigata, Coq. (*Caprotina lævigata*, d'Orb.), 3D, I.
— *navis*, Coq. (*Caprotina navis*, d'Orb.), 3D, I.
Cardium Carolinum, d'Orb., 3D, I.
Teredo Fleuriausianus, d'Orb., 1.
Inoceramus problematicus ? d'Orb., 7.
Ostrea plicata, Lam. (*O. flabellata*, d'Orb.), 2, 3D, I, 4, 5.
— *columba*, Lam., 3D, I, 4, 5, 6, 7.
— *biauriculata*, Lam., 4, 5, 6.
— *carinata*, Lam., 6, 7.
— *hippopodium*, 7.
— *carantonensis*, d'Orb., 3D, 6.
Caprina adversa, d'Orb., 3D.
— *triangularis*, d'Orb. (*Ichthyosarcolites*), 3D, I, 6.
— *quadripartita*, d'Orb., 3D, I.
— *costata*, d'Orb., 3D, I.
— *striata*, d'Orb., 3D, I.
Sphærulites foliacea, Lam., 3D, I.
— *polyconilites*, d'Orb., 3D, I.
Caprina Fleuriausiana, d'Orb. (*Sphærulites*, d'Orb.), 3D, I.
— *triangularis*, d'Orb., 3D, I.
Terebratula Lamarckiana, d'Orb., 3D, I.
— *biplicata*, Def., 3D, I, 6.
— *Menardi*, Lam., 2, 3D, I.
— *pectita*, Sow., 7.
— *carantonensis*, d'Orb., 7.
Catopygus columbarinus, Agass., 5, 6, 7.
Nucleolites Ricardi, 6, 7.
Archiacia sandalina, d'Orb., 7.
Orbitolites conica, d'Arch., 2, 3D, I.
— *mamillata*, d'Arch., 3, 3D, I.
— *plana*, d'Arch., 3D, I.
Alveolina cretacea, d'Arch., 4.

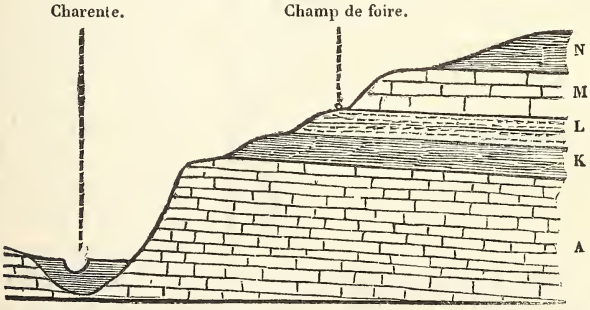
Nous ne mentionnons ici que pour mémoire un assez grand nombre de polypiers, dont la détermination, devenue aujourd'hui assez diffi-

cile, aurait pu nous entraîner dans des erreurs, ainsi que d'autres coquilles univalves et bivalves sur les noms desquelles Goldfuss et la *Paléontologie française*, les deux ouvrages que nous ayons seulement à notre disposition, ne nous ont pas renseigné d'une manière suffisante. La liste que nous donnons doit inspirer de la confiance, puisqu'elle est dressée d'après des espèces d'une conservation irréprochable, et qui, de plus, ont été très bien figurées par les auteurs qui les ont décrites.

Sans les secours précieux que l'examen des tranchées du chemin de fer nous a prêtés, il ne nous aurait pas été possible de connaître, dans tous ses détails, la composition du deuxième étage de notre craie inférieure, surtout dans une contrée où, comme dans la Charente, les cultures ont envahi complétement la surface du sol, et où le sous-sol, par conséquent, ne se montre guère que là où des excavations, des carrières ou quelques escarpements au-dessus des vallons permettent de lire dans la profondeur. Les caractères pétrographiques d'ailleurs ne sont pas constants, principalement pour les bancs calcaires. En effet, ceux-ci, qui sont durs et solides aux environs d'Angoulême, deviennent tendres dans d'autres localités, comme à Nersac, aux Molidards, à Saint-Sulpice, et deviennent des pierres de taille que l'on exploite. Les rudistes s'y montrent bien encore çà et là, mais ils n'offrent plus cette énorme accumulation d'individus que l'on remarque à Saint-Trojan et sous Angoulême. Cependant les traits dominants, ainsi que les grandes divisions, sont conservés.

La coupe représentée par la fig. 4, que nous avons prise au-dessus du champ de foire de Châteauneuf, et qui se répète exactement dans les tuileries des environs de cette ville, confirme pleinement nos conclusions.

Fig. 4.



Le talus qui sépare les coteaux des prairies de la Charente est occupé par un calcaire compacte A, avec *Caprina adversa*, d'Orb.,

Sphærulites foliacea, Lam., *Pecten Fleuriausianus*, d'Orb., *Alveolina cretacea*, d'Archiac, correspondant à la portion des terrains comprise entre les grès verts et les argiles tégulines de la coupe des ateliers du chemin de fer.

On trouve ensuite les argiles tégulines K, avec *Ostrea columba*, Lam., *Ostrea plicata*, Lam., *biauriculata*, Lam.;

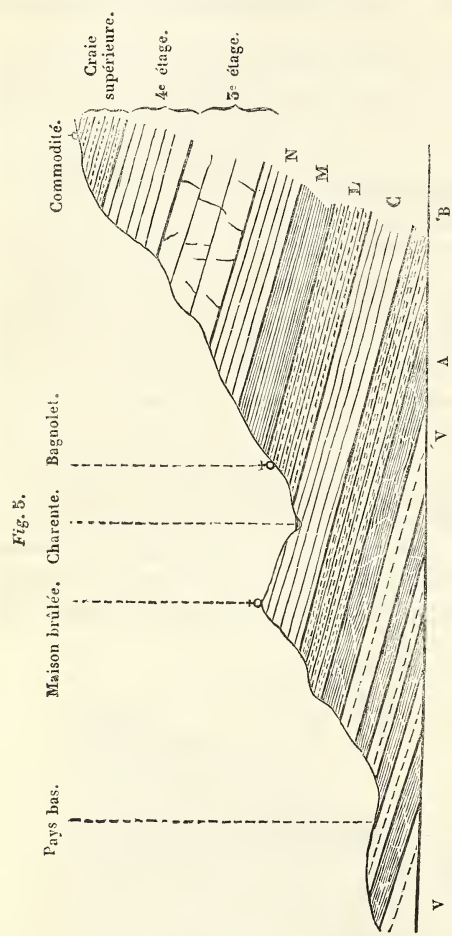


Fig. 5.

Un grès sableux L, jaunâtre ou verdâtre, renfermant les mêmes fossiles;

Le deuxième banc à *Ichthyosarcolites* M, qui consiste en un calcaire jaunâtre et grumeleux;

Enfin, un calcaire marneux N, avec *Terebratula pectita*, Sow., et *Ostrea columba*, Lam., qui sert de base aux troisième et quatrième étages de la craie inférieure.

Pour compléter nos rapprochements, nous terminerons nos citations par la description d'une région située à la limite occidentale du département. La coupe représentée par la fig. 5 montre la succession des étages de la formation crétacée que l'on traverse à partir d'une ferme dite la Commodité, au-dessus du faubourg Saint-Jacques (Cognac), où l'on remarque une succession régulière de terrains, à partir des premières assises de la craie supérieure à *Ostrea auricularis*, Brongn., jusqu'au pays bas, qui est occupé presque en totalité par la formation jurassique.

Le quatrième étage de la craie inférieure consiste principalement

en un calcaire dur, cristallin, renfermant les *Sphærulites Sauvagesi*, d'Orb., et *Desmoulinsiana*, Matheron.

Au-dessous de ce système apparaît le troisième étage, qui est constitué par un calcaire solide dans le haut, mais devenant plus tendre à sa partie inférieure, et susceptible de fournir alors de la pierre de taille. C'est l'horizon de la *Radiolites lumbricalis*, d'Orb.

Le deuxième étage, celui dont nous traitons ici plus spécialement, présente à partir de haut en bas :

1° Un calcaire marneux N, avec *Terebratula pectita*, Sow.; *Ostrea carinata*, Lam.; *Ostrea columba*, Lam.; *Ammonites navicularis*, Mantell; *A. Fleuriausianus*, d'Orb.;

2° Un calcaire jaune, solide, avec *Ichthyosarcolites*, M, et *Ostrea columba*, Lam., et correspondant au deuxième banc à *Ichthyosarcolites* d'Angoulême et de Châteauneuf;

3° Un banc de grès L, solide et sableux, épais de 2 à 3 mètres, et contenant en très grande abondance l'*Ostrea columba*, Lam.; l'*Ostrea biauriculata*, Lam.; l'*Ostrea plicata*, Lam. (*O. flabellata*, d'Orb.). Ce grès est ordinairement très dur à sa base, et le test des Huîtres qu'il contient est devenu siliceux. Les assises sableuses sont remplies de concrétions à formes tuberculeuses provenant de la consolidation capricieuse de certaines portions qui ont été imprégnées de carbonate de chaux. Elles abondent dans les alentours de Bagnolet. Dans cette localité, toutefois, les argiles tégulines semblent manquer, ou du moins elles y sont à peine indiquées. Elles y sont remplacées par les grès;

4° Des bancs très puissants d'un calcaire blanc C, dur et cristallin, presque entièrement formé par des *Sphærulites foliacea*, Lam., et *polyconilites*, d'Orb., des *Caprina adversa*, d'Orb., qui y sont accumulées à la manière des polypiers dans l'étage corallien. Ces bancs sont la continuation des bancs à rudistes de Saint-Trojan et de Boutiers : ils représentent le second horizon des rudistes;

5° Des grès verdâtres B, avec Orbitolites et fragments de végétaux;

6° Les argiles lignitifères A, qui forment la base de la craie dans la Charente. Elles s'appuient sur les argiles V, qui constituent le sol des Pays-Bas et qui appartiennent à une formation lacustre dépendant de l'étage supérieur jurassique, et que nous pensons être l'équivalent des couches de Purbeck. Les gypses qui sont exploités sur plusieurs points, notamment à Montgaud, à Croix-de-Pic, à Nantillé, aux Molidards, à Triac, etc., sont subordonnés à ces argiles.

La première apparition des rudistes ayant eu lieu à l'époque de la formation néocomienne supérieure, il s'ensuit que le deuxième étage

de la craie inférieure correspond au second horizon des représentants de cette famille éteinte.

Les caractères généraux que nous avons reconnus à notre étage, dans le département de la Charente, se maintiennent avec beaucoup de constance dans celui de la Charente-Inférieure, ainsi que le démontrent les coupes de Soubise à Moëse et de Martrou à Saint-Aignan, celles de l'Houmé à Villeneuve, et de Saint-Savinien à Taillebourg, données par M. Manès (1), qui cite au-dessus du banc inférieur à Ichthyosarcolites :

1° Un banc d'argile pure;

2° Des bancs de sables et de grès calcarifères, puissants, de 1 à 5 mètres, contenant une grande quantité d'*Exogyra columba* et d'*Ostrea biauriculata ;*

3° Un calcaire grisâtre, noduleux, à Caprinelles (deuxième banc à *Ichthyosarcolites*) ;

4° Des calcaires grisâtres, caractérisés par des Ammonites, des Nautiles, des Spatangues, qu'on y trouve associés à l'*Exogyra columba* (*varietas major*).

Troisième étage.

Notre troisième étage se subdivise en trois sous-étages distincts, et constitue la partie moyenne et supérieure du plateau d'Angoulême, ainsi que des plateaux qui depuis Angoulême jusqu'à Grassac, d'un côté, et d'Angoulême jusqu'à la forêt de Chardin, de l'autre, se projettent, sous forme de promontoires majestueux, au-dessus des bancs à Ichthyosarcolites.

Premier sous-étage. — Il se compose d'un calcaire subcristallin à grains miroitants, qui a la propriété de se détacher en petites plaquettes solides, et qui, dans les escarpements exposés aux influences atmosphériques, prend une apparence feuilletée. Il est facile de s'assurer que ce calcaire, dont la puissance est de 18 mètres environ, repose directement sur les calcaires marneux à *Terebratula pectita*, Sow., et *Ostrea columba*, Lam. A sa partie supérieure, il passe à un calcaire plus solide et plus résistant, et donne naissance à deux ou trois bancs épais, séparés par des nerfs d'une nature un peu plus friable. Ces bancs ressortent en bosses sous formes de corniches saillantes. La cassure montre que la pâte est composée de grains miroitants et de nombreux débris de coquilles passées à l'état de

(1) *Loc. cit.*, p. 144.

chaux carbonatée spathique. M. de Rochebrune a découvert dans ce système plusieurs Ammonites inédites, un Nautile, des *Pleurotomaria* (*P. Gallieni* ?, d'Orb.) et un Spondyle.

Deuxième sous-étage. — Il consiste en un calcaire jaune, très dur, à grains serrés et miroitants, analogue à un marbre métamorphique, disposé en couches régulières et exploité sur divers points du plateau d'Angoulême comme pierre à paver. On y remarque déjà de nombreux individus de *Radiolites lumbricalis*, d'Orb. Sa puissance varie de 1 à 2 mètres. C'est lui qui sert de plate-forme au plateau d'Angoulême, ainsi qu'on peut s'en assurer à la place d'Armes et le long de plusieurs rampes qui conduisent de la ville dans la plaine.

Troisième sous-étage. — Aux pierres à paver succède un calcaire blanchâtre tendre, dont la poussière produite par la scie ressemble à de la cassonade, et remarquable par le nombre infini de *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., qu'il contient. Il est homogène dans sa cassure et se laisse tailler avec la plus grande facilité. Aussi est-il exploité comme pierre de taille partout où il affleure, et il fournit des matériaux de bonne qualité qui sont exportés au loin, principalement dans la Champagne de Cognac et de Barbezieux, et même dans l'arrondissement de Confolens, où les pierres de construction sont rares. Malheureusement il est criblé dans tous les sens de cavités irrégulières, qui proviennent de ce que la valve inférieure de la *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., est généralement vide. Cette particularité s'opposant à ce qu'il puisse recevoir des moulures délicates, il est repoussé pour les travaux d'ornementation. Grâce à l'abondance des Radiolites et de leurs formes allongées, ce calcaire fournit pour le troisième étage un horizon aussi nettement caractérisé que le calcaire à *Ichthyosarcolites* pour le second.

La fontaine du Cerisier, à l'est d'Angoulême, que l'on atteint en remontant le vallon de l'Angienne, et près de laquelle sont ouvertes les principales carrières, donne une bonne coupe du troisième étage. On a, en procédant de haut en bas (fig. 6) :

A. Calcaire argileux faisant partie du quatrième étage;

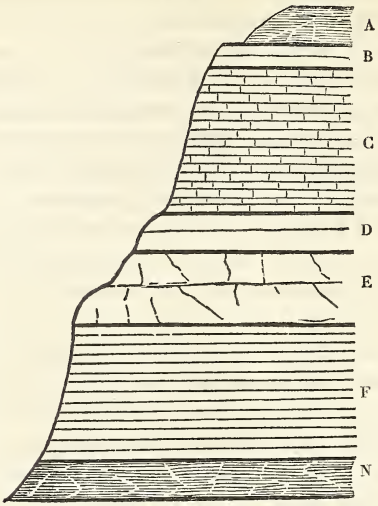
B. Calcaire jaunâtre à grains saccharoïdes, dur, avec *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., servant de toit à la pierre de taille. Puissance, $1^{m},50$;

C. Pierre de taille remplie de *Radiolites lumbricalis*. Puissance, 6 à 7 mètres;

D. Calcaire saccharoïde dur, jaune (pierre à pavés), avec *Radiolites lumbricalis*, d'Orb. Puissance, $1^{m},50$;

E. Calcaire en bancs très épais. Puissance, 5 mètres;

Fig. 6.



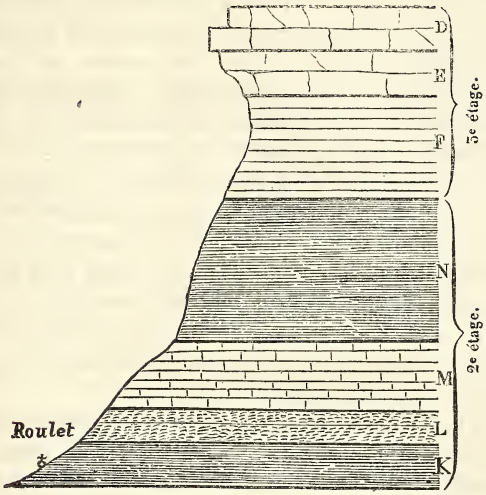
F. Calcaire subcristallin en plaquettes, 18 mètres. Il repose au-dessus du calcaire marneux N, à *Terebratula pectita*, Sow., qui représente la partie supérieure du deuxième étage.

La physionomie du terrain crétacé revêt dans les environs d'Angoulême, de Monthiers et de Roulet, un caractère particulier qu'il doit à la disposition des roches dont il est composé. Aux lignes monotones et indécises des coteaux de Châteauneuf et de la rive droite de la Charente succèdent brusquement des lignes nettement arrêtées dans leurs contours et d'un effet remarquable. L'œil embrasse une série de plateaux frangés et taillés en promontoires que limitent des talus à pentes roides et régulières, et qui s'avancent majestueusement au-dessus de la plaine. Un de ces promontoires, qui de loin attire le regard, à cause de sa ressemblance avec un camp romain, porte le nom d'Auvignat. La fig. 7 en reproduit la silhouette.

Le village de Roulet est bâti sur les argiles tégulines K, si bien caractérisées par les *Ostrea plicata*, Lam., et *biauriculata* du même auteur. Elles sont surmontées par les sables jaunes L, qui contiennent les mêmes espèces. On rencontre ensuite le second banc à Ichthyosarcolites M, dont l'épaisseur atteint près de 4 mètres. Il est exploité chez Guidon, et il fournit de bons moellons. Il supporte à son tour une série de couches minces, fendillées, d'un calcaire marneux N, se débitant en écailles, dans lequel on recueille l'*Ostrea columba*, Lam., l'*Ostrea carinata*, Lam., et *Terebratula pectita*, Sow. Au-dessous de Roulet, dans la direction de Saint-Estèphe et de Châteauneuf, se dé-

veloppe, au-dessous des argiles tégulines, le système du calcaire à Caprines avec les grès verts inférieurs.

Fig. 7.



Le troisième étage qui vient après le calcaire N, s'annonce par ce calcaire subcristallin F, que nous avons déjà signalé sous Angoulême ; au-dessus apparaissent des bancs épais d'un calcaire saccharoïde E, très durs, correspondant à la pierre à pavés ; enfin, le coteau est couronné par d'autres bancs calcaires également durs, remplis de *Radiolites lumbricalis*, qui n'ont laissé qu'une partie de leur test passé à l'état de chaux carbonatée spathique. C'est cette assise supérieure qui a fourni anciennement des pierres de moulin ; mais, depuis leur remplacement par des meules siliceuses, l'exploitation en a été abandonnée.

Nous retrouvons encore les mêmes relations entre les diverses assises du troisième étage jusqu'au delà de Châteauneuf, où les calcaires à *Radiolites lumbricalis* sont exploités ; mais, à partir des environs du château d'Anqueville, ce fossile disparaît pour ainsi dire, et jusqu'à Cognac, il devient moins facile d'opérer une séparation nette entre le quatrième et le troisième étage. Dans la partie du parc de Cognac qui fait face à Boutiers, ainsi que dans le parc de M. Hennecy, à Bagnolet, sur la rive opposée de la Charente, les calcaires subcristallins F de nos coupes sont changés en une pierre de taille dans laquelle les fossiles sont peu reconnaissables. Le quatrième étage,

à son tour, est un calcaire dur, cristallin, qui fournit des pavés, et qui est rempli de *Sphærulites Desmoulinsiana*, Matheron, de *Sphærulites Sauvagesi*, d'Orb., et de Nérinées.

Les divers degrés de consistance que sont susceptibles de prendre les assises calcaires de la formation crétacée tout entière dans la Charente, et qui font qu'on exploite des pierres de taille à tous les niveaux, pouvaient entraîner dans des erreurs, si ces erreurs n'étaient pas redressées par la paléontologie. Ainsi, sur la rampe qui conduit de la gare du chemin de fer à Angoulême, les calcaires F (base du troisième étage) prennent un grain sableux, et certaines portions pourraient fournir de la pierre de taille : à Bagnolet comme dans le parc de Cognac, il existe des carrières de pierre de taille ouvertes au même niveau. A Angoulême, au contraire, et dans les plateaux environnants, à l'île d'Épagnac, à Cers, à la Rochebeaucourt, on exploite les bancs supérieurs avec *Radiolites lumbricalis*, d'Orb. ; or ceux-ci, dans les alentours de Châteauneuf, ne donnent déjà plus que des moellons et des pavés ; et les pierres de taille sont fournies par le quatrième étage.

Les points les plus instructifs à consulter pour constater ces changements de texture, et disons-le, ce changement de rôle, au point de vue industriel, sans que pour cela l'ordre de superposition soit interverti, sont Saint-Même et Anqueville. Dans ces localités remarquables, le troisième et le quatrième étage, sous le rapport lithologique, sont pour ainsi dire confondus et ont été transformés presque complétement en une pierre de taille que font rechercher ses qualités excellentes.

La figure 8 donne la succession des différents terrains que l'on traverse à partir de la Charente jusqu'au village de Douvesse, en passant par le vieux château d'Anqueville.

Au-dessus des alluvions anciennes et modernes de la Charente on rencontre :

1° Un calcaire jaune V surmonté d'argiles grises entremêlées de calcaires cariés, représentant l'étage portlandien, et une portion de formation lacustre qui lui est supérieure ;

2° Les argiles lignitifères A ;

3° Les grès verts inférieurs B ;

4° Les calcaires à *Ichthyosarcolites* C avec *Caprina adversa*, d'Orb., et *Sphærulites foliata*, Lam. ;

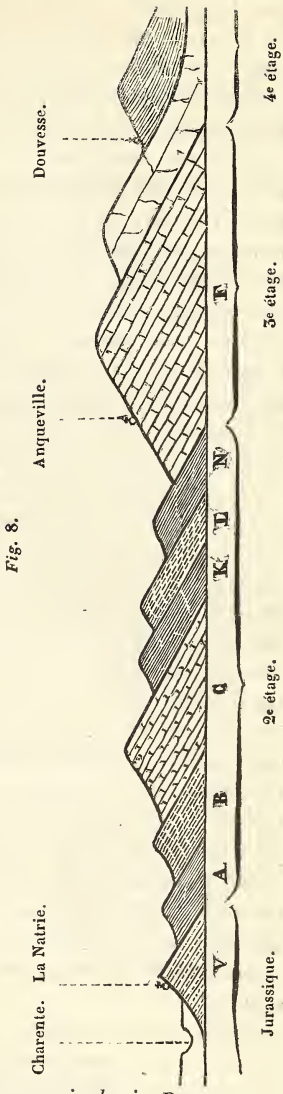
5° Les argiles tégulines K avec *Ostrea biauriculata*, Lam., qui alimentent les belles sources du voisinage du château ;

6° Les sables supérieurs L avec *Ostrea columba*, Lam. ;

7° Les calcaires marneux N avec *Ostrea carinata*, Lam., et *Terebratula pectita*, Sow.

Ces six derniers numéros constituent notre second étage, tel que nous l'avons observé déjà sur une foule de points.

Le troisième étage consiste en une masse très considérable d'un calcaire compacte F, sans mélange de couches argileuses, qui se relie sans transition à l'étage supérieur. Comme d'un autre côté les fossiles susceptibles de détermination exacte y sont rares, les subdivisions qu'il était possible de faire ailleurs deviennent réellement très difficiles à établir ici. Toutefois, sous le hameau de Douvesse, le quatrième étage se laisse distinguer du moins dans sa partie supérieure, à cause de la grande abondance des *Sphærulites Sauvagesi*, d'Orb., et des *Sphærulites Desmoulinsiana*, Math., qu'on observe empâtées dans les calcaires qui correspondent exactement aux bancs désignés à Angoulême, sous le nom de Chaudron, et qui dessinent un horizon de rudistes distinct de celui tracé par les *Radiolites lumbricalis*, d'Orb. Cette dernière espèce d'ailleurs, quoique moins répandue à Saint-Même qu'à Châteauneuf et à Angoulême, se montre encore entre Douvesse et Anqueville, et suffit pour prouver que le caractère pétrographique seul a changé. Douvesse est assis sur les premiers bancs de la craie supérieure à *Ostrea auricularis*, Brongn.



Le coteau de Saint-Même, distant d'Anqueville de trois kilomètres environ, est la continuation des mêmes bancs qui nous occupent. Au-dessous des couches à *Ostrea auricularis*, Brongn., on remarque des calcaires durs très épais, à grains miroitants, avec *Sphærulites Desmoulinsiana*, Math. Ces couches, qui constituent la

partie supérieure des carrières, conduisent à des masses très puissantes de pierre de taille qui y sont exploitées par cavage à plusieurs étages. Les régions les plus rapprochées du toit renferment quelques *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., ce qui détermine exactement leur position. La pierre de taille a le grain très homogène et mesure 12 à 15 mètres de bonne levée. En descendant vers la Charente, on trouve au-dessous des calcaires jaunâtres, très durs, à couches minces. Ils recouvrent des calcaires blanchâtres, un peu marneux, à cassure terreuse, se débitant en plaques argileuses, fendillés dans tous les sens et dans lesquels j'ai recueilli la *Terebratula pectita*, Sow. Enfin, les dernières maisons au bas du village sont bâties sur un banc de calcaire dur rempli d'Ichthyosarcolites, correspondant à notre deuxième banc d'Ichthyosarcolites. Il renferme à sa base du sable siliceux; puis il passe à des bancs très épais de sable jaune incohérent, à *Ostrea biauriculata*, Lam., auxquels succèdent les argiles tégulines exploitées pour le service d'une tuilerie voisine.

Les détails qui précèdent suffisent pour démontrer que les carrières de Saint-Même occupent toute l'épaisseur du troisième étage, à partir de la division F de nos coupes qui, dans les environs d'Angoulême, a un faciès tout différent. Sous Marencheville, dont les sommets sont les prolongements du plateau de Saint-Même, on exploite des bancs d'un calcaire dur, jaune, cristallin, et rempli de débris d'Entroques qui forment la base des calcaires à *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., et qui correspondent à la plate-forme du plateau d'Angoulême. L'étage à *Radiolites lumbricalis* renferme, au cœur même du village, des encroûtements particuliers consistant en une espèce de jaspe jaune très rebelle, mélangé de fer hydroxydé, et tapissé de nombreuses géodes de quartz cristallisé. On a sous les yeux un simple accident occasionné par des sources minérales.

Depuis Saint-Même jusqu'en face de Jarnac, les couches ont éprouvé un dérangement considérable, car elles plongent toutes vers le S.-O., quelquefois sous un angle de 30 degrés.

Les fossiles que nous avons recueillis dans notre troisième étage sont :

Radiolites lumbricalis, d'Orb.
— *cornu-pastoris*, Desmoul.
Sphærulites Ponsiana, d'Arch.
Hippurites cornu-vaccinum, Bronn.
Cardium productum, Sow.
Trigonia scabra, Lam.
Caprina Archiaci, d'Orb.

Cet étage correspond au troisième horizon de la famille des rudistes.

Quatrième étage.

Le quatrième et dernier étage de notre craie inférieure est formé de trois sous-étages qui sont nettement représentés dans les plateaux des environs d'Angoulême.

Premier sous-étage. — Il est composé d'un calcaire subcristallin B (fig. 9), analogue au calcaire F que nous avons décrit au-dessus des bancs à *Ostrea columba*, Lam., et possédant comme lui la propriété de se débiter en petites plaques ; sa puissance est de 16 à 20 mètres.

Deuxième sous-étage. — Il consiste en un calcaire très dur, solide (A), disposé en bancs très épais, désigné dans la contrée sous le nom de *chaudron*. Il est rempli de rudistes parmi lesquels prédomine la *Sphærulites Desmoulinsiana*, Math. Sa puissance est de 8 à 12 mètres. Il dessine la portion saillante, ou sert de corniche au second plateau qui vers le levant se superpose à celui d'Angoulême.

Troisième sous-étage. — Il est formé par un calcaire feuilleté, solide A′, de 2 à 4 mètres de puissance. Il supporte les premiers bancs de la craie supérieure.

Ces différences pétrographiques que nous venons de signaler ne se soutiennent pas dans toute l'étendue du département. C'est ainsi qu'au sud-ouest de Châteauneuf les carrières importantes de pierres de taille ouvertes dans le quartier de chez Delesse sont positivement au-dessus du ni-

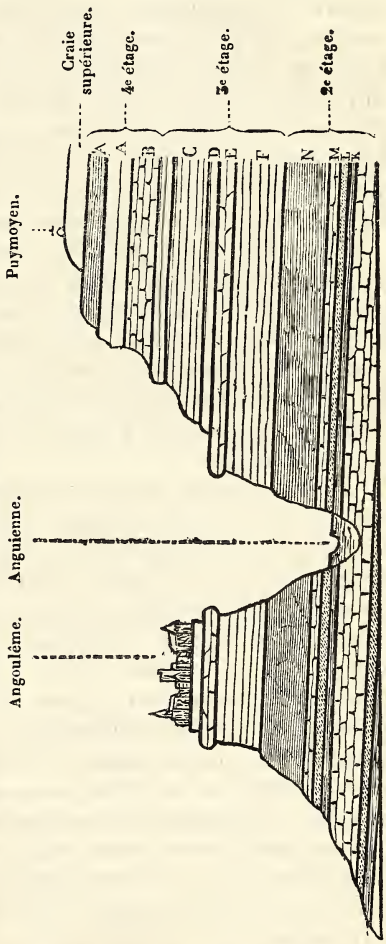


Fig. 9.

veau des bancs à *Radiolites lumbricalis*, d'Orb. Ces derniers sont exploités comme pierres à paver et de taille, de qualité médiocre, dans le quartier dit la Combe-à-Paquet.

Les carrières de chez Delesse, que l'on ne rencontre qu'après avoir remonté toute l'épaisseur du troisième étage, sont très rapprochées de la craie supérieure, et elles sont attaquées partie à ciel ouvert, partie souterrainement. La pierre y paraît formée de grains calcaires mal agglutinés, dont l'aspect rappelle certains calcaires coralliens. Elle ne présente point de parties lamelleuses; elle est très tendre ou même friable, mais il paraît qu'elle durcit à l'air. Elle offre ordinairement une teinte jaunâtre, quelquefois assez prononcée, plus souvent très faible, et qui, au dire des carriers, disparaît presque entièrement avec le temps. Cette coloration est bien plus manifeste à la partie supérieure des bancs. L'épaisseur totale des bancs exploités excède de 6 à 7 mètres, leur puissance au-dessous n'étant pas connue.

Les fossiles n'y sont pas rares, mais ils font tellement corps avec la roche encaissante, qu'il est assez difficile d'en extraire des échantillons complets. Il existe toutefois une exception pour une espèce, la *Sphærulites Desmoulinsiana*, Math., dont la valve supérieure armée de ses dents se trouve fréquemment détachée. Des Nérinées, des Actéonnelles et des polypiers qui me rappelaient singulièrement les grès verts supérieurs d'Uchaux, voilà les corps organisés qui sont les plus abondants.

En suivant de chez Delesse les diverses branches de la petite vallée du Cluseau qui vous ramène à Châteauneuf, on voit les calcaires à *Sphærulites Desmoulinsiana*, Math., reposer sur les escarpements formés par les bancs à *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., que l'on exploite comme pierre de taille au-dessus de la Pelleterie.

Nous avons déjà eu l'occasion de faire remarquer que, dans le parc de Cognac, le même calcaire à *Sphærulites Desmoulinsiana* était exploité comme pierre à pavés. Ainsi nous répétons ici, pour le quatrième étage, ce que nous avons eu l'occasion d'exprimer pour les deuxième et troisième étages, à savoir, que les incertitudes créées par la variation des caractères pétrographiques étaient toujours dissipées par la constance des caractères paléontologiques.

Nous mentionnerons aussi, comme accident minéralogique, la présence de rognons très volumineux d'un silex calcédonieux bleuâtre au milieu des calcaires solides. Ils sont surtout abondants dans les environs de Claix et de Mouthiers.

Les fossiles que nous avons recueillis dans le quatrième étage sont :

Sphærulites Desmoulinsiana, Math.
— *radiosa*, d'Orb.
— *mamillaris*, Math.
— *Sauvagesi*, d'Orb.
Hippurites. . . . .
Arca Archiaciana, d'Orb.
Nerinea.
Des polypiers.

Cet étage correspond au quatrième horizon des rudistes.

La coupe représentée par la figure 9 retrace la série complète des divers étages et sous-étages dont se compose la craie inférieure dans le département de la Charente. Elle est tracée à partir de la Charente, où la craie repose sur le kimmeridgien, jusqu'à la rencontre des lambeaux de la craie supérieure que l'on remarque au dessus des plateaux de Soyaux et de Puymoyen. Cette coupe passe par la ville d'Angoulême, traverse la vallée de l'Anguienne, et vient s'arrêter dans le massif interposé entre cette dernière vallée et le ruisseau des Eaux-Claires, où le troisième et le quatrième étage sont complets. Pour ne pas donner à la figure une trop grande étendue, nous avons rapproché les étages plus qu'ils le sont réellement sur le terrain, de sorte que le relief est exagéré. Mais cette exagération qu'on ne peut pas éviter dans ces sortes de diagrammes, loin de troubler l'ordre des relations, le montre d'une manière plus sensible.

Le pont de la Charente sous Angoulême est à 30 mètres au-dessus du niveau de la mer ; la ville est élevée de 81 mètres au-dessus de la Charente, et l'altitude du point situé entre Toutifaut et Soyaux, sur la route de Périgueux, où le quatrième étage existe complet, a 186 mètres ; d'où il résulte que la craie inférieure atteint près d'Angoulême une puissance de 155 mètres environ, répartie entre les trois étages de la manière suivante :

2e étage.	1. Argiles lignitifères	3	77
	2. Grès verts et grès calcarifères	24	
	3. Calcaire à *Ichthyosarcolites*	29	
	4. Argiles tégulines	2	
	5. Sables supérieurs	1	
	6. Second banc à *Ichthyosarcolites*	2	
	7. Calcaire marneux à *Terebratula pectita*, Sow.	16	
3e étage.	1. Calcaire en plaquettes	20	39
	2. Calcaire solide à pavés	2	
	3. Pierre de taille à *Radiolites lumbricalis*	17	
4e étage.	1. Calcaire en plaquettes	20	36
	2. Calcaire solide dit *chaudron*	12	
	3. Calcaire fissile	4	
	Épaisseur totale de la craie inférieure		152

DEUXIÈME PARTIE.

CRAIE SUPÉRIEURE.

La craie supérieure se laisse diviser dans la Charente d'une manière très nette en trois étages distincts qui sont caractérisés, chacun d'eux, par une faune spéciale, et surtout par des espèces différentes de rudistes et d'Huîtres. Son épaisseur totale n'est pas moindre de 180 mètres. Elle forme au-dessus des calcaires plus solides de la craie inférieure une série de coteaux à formes indécises et arrondies, qui envahissent une partie sud des arrondissements d'Angoulême et de Cognac, et tout celui de Barbezieux. Le sous-sol de ces coteaux est généralement de nature crayeuse, et il se prête admirablement à la culture des vignes, qui fournissent des vins assez médiocres, mais dont on retire ces excellentes eaux-de-vie auxquelles sont attachées la réputation et la richesse de la contrée. Les champs recouverts par les vignobles privilégiés ont reçu le nom de *champagne*. Cette dénomination, que la spécialité des crus, la composition des terres et le synchronisme des formations géologiques rendent très significative, rappelle une autre Champagne rivale dont les produits, quoique de goût différent, reconnaissent une origine analogue et ne sont ni moins fameux ni moins recherchés.

Premier étage.

Cet étage comporte les trois sous-étages suivants :

1° Sous-étage des grès sableux et des sables ;

2° Sous-étage du calcaire à *Ostrea auricularis* (Brong.) ;

3° Sous-étage de la craie micacée avec silex.

Premier sous-étage des *sables* et des *grès sableux*. — Quand de Javresac, près de Cognac, on remonte vers le village de Richemont en suivant la côte escarpée qui domine le ruisseau de l'Antenne, on voit les calcaires durs à *Sphærulites Desmoulinsiana*, Math., les mêmes calcaires connus sous le nom de *chaudron* à Angoulême, exploités pour pierres à pavés. Dans le jardin rocailleux qui sépare le village du petit séminaire, les derniers bancs du quatrième étage de la craie inférieure sont recouverts par des assises assez puissantes d'un grès verdâtre ou blanchâtre très pur, souvent assez dur pour se laisser tailler, quelquefois au contraire s'égrenant avec facilité et passant à un sable meuble, mais en présentant çà et là des plaques où les grains de quartz agglutinés sont convertis en masses solides.

Ces grès peuvent avoir une épaisseur de 2 à 3 mètres. Au-dessus

de Richemont, ils ne sont pas recouverts. Ils renferment, mais passés à l'état siliceux, de nombreux exemplaires d'*Ostrea auricularis*, Brongn., qui est le fossile caractéristique par excellence des premières assises de la craie supérieure. Cette grande accumulation de matériaux remaniés au-dessus des bancs à *Sphærulites Desmoulinsiana*, Math., suffirait, si les fossiles ne le commandaient d'ailleurs, pour justifier la séparation que nous avons établie entre la quatrième zone des rudistes et les bancs à *Ostrea auricularis*. Il est survenu bien certainement à cette époque dans les mers crétacées un mouvement qui a mis fin à un ordre de phénomènes particulier et inauguré un ordre de choses nouveau.

Bien que les grès soient moins apparents ailleurs qu'à Richemont, leur amoindrissement ne pourrait être invoqué, contre la légitimité des horizons que nous traçons ici, qu'autant qu'on substituerait le caractère pétrographique à celui de la superposition. Or, une pareille erreur serait grossière, car dans la direction de Broussac, où les couches éprouvent un pendage vers le nord, les grès supportent les calcaires à *Ostrea auricularis*, et ils renferment eux-mêmes ce fossile, ce qui détermine exactement leur position.

Deuxième sous-étage. *Calcaire à Ostrea auricularis*, Brongn., et à *Micraster cor-anguinum*. — Les faubourgs de Cognac, Saint-Jacques et Saint-Martin, et une partie même de la ville, sont bâtis sur un calcaire subcristallin, à grains serrés et miroitants, se débitant en plaques plates, propriété qui le fait rechercher comme moellon dans les constructions, et présentant dans la tranche des couches la structure entrelacée en grand. La séparation en dalles est rendue facile par la quantité considérable de grains verts qui y sont disposés par traînées, et que l'on voit aussi engagés dans la pâte. Outre ces grains chlorités, il contient quelquefois du sable quartzeux, blanc ou verdâtre. Comme il est généralement dépourvu d'argile, sa décomposition à l'air, et surtout la désagrégation des légions innombrables de Gryphées qui y sont empâtées, font que les champs dont il forme le sous-sol sont couverts de débris caillouteux sans apparence de terre végétale. C'est le terrain de *groie* par excellence, nom par lequel les champs pierreux et calcaires sont désignés dans la Charente. Entre Roncenac et La Vallette pourtant, les calcaires à *Ostrea auricularis*, Brong., ont un grain serré et tendre qui permet de les utiliser comme pierres de taille.

Leur puissance n'est pas moindre de 30 mètres, commme on peut s'en assurer par les excavations que la Société viticole a fait pratiquer dans le vif du rocher pour l'établissement de ses puits, au faubourg Saint-Martin: or, on peut dire sans exagération que les Huîtres à

elles seules forment la moitié au moins de la masse. La tranchée de Javresac, sur la route de Saintes à Cognac, les environs de Douvesse, de Malberchie, au-dessus de La Vallette, et mille autres localités qu'il serait facile de citer, témoignent du développement prodigieux qu'avait pris l'*Ostrea auricularis*, à l'époque où les matériaux du premier sous-étage de la craie supérieure se déposaient au fond des mers. Aussi la présence de ce fossile est précieuse en ce sens qu'elle fournit un moyen aisé de séparer la craie supérieure d'avec la craie inférieure.

Les fossiles les plus abondants que j'aie recueillis à ce niveau sont :

Ostrea auricularis, Brong. (dont le type a été pris dans les environs de Périgueux, et dans la même position).
— *turonensis*, d'Orb.
Lima Baugasiana, d'Orb.
— *coniacensis*, d'Orb.
— *santonensis*, d'Orb.
Pecten sexangularis, d'Orb.
— *decemcostatus*, d'Orb.
Spondylus truncatus, Goldf.
Sphærulites sinuata, d'Orb.
Terebratula vespertilio, Brocchi.
— *Baugasii*, d'Orb.
— *echinulata*, Dujard.
Plusieurs autres espèces nouvelles.
Micraster cor-anguinum, Agass.
— *laxoporus*, d'Orb.
Hemiaster stella, Desor.
Pentacrinus carinatus, Rœmer.
Une quantité considérable de bryozoaires.
Une dent de reptile voisine du *Mosasaurus Hoffmanni*.
Des vertèbres de reptiles.

Troisième sous-étage. — *Craie micacée avec silex.* — Ce troisième terme qui, à la rigueur, pourrait être érigé en étage séparé, puisqu'il est placé entre le calcaire à *Ostrea auricularis*, Brong., et le calcaire à *Ostrea vesicularis*, Lam., et dont la faune n'est ni celle du premier, ni celle du second étage, est constitué par une craie tuffeau, micacée, grise, tendre et maculée de points verts, qui s'étend sur toute la plaine qu'on traverse depuis les bords de la Charente jusqu'aux coteaux qui, à partir de Gimeux, Genté, Segonzac, dessinent un bourrelet saillant parallèle aux dernières rides de la craie inférieure. Cette plaine, qui prend le nom de *Petite-Champagne*, fournit des eaux-de-vie moins estimées que celles des coteaux dont elle

est recouverte vers le sud. Cette différence tient, vraisemblablement, à deux causes principales : la plus grande dureté de la pierre en premier lieu, qui ne permet pas aux racines de la vigne de pénétrer assez profondément, et en second lieu, une exposition moins favorable.

Quand on suit la rive droite ou la rive gauche de la Charente, on juge très bien de la nature du sol. En effet, après avoir dépassé de 200 mètres le faubourg de Saint-Martin, ou le village de Javresac, on voit un système particulier de couches blanchâtres, écailleuses ou terreuses, suivant la consistance du grain, succéder aux bancs solides à *Ostrea auricularis*, Brongn., qui lui servent de base. On remarque de nombreux rognons de silex blond ou noirâtre enchatonnés dans les calcaires, ou se fondant insensiblement dans leur pâte et donnant alors naissance à des calcaires siliceux résistants, qui, dans les parties exposées aux actions extérieures, se détachent sous forme de nodules irréguliers à surface rugueuse et cariée.

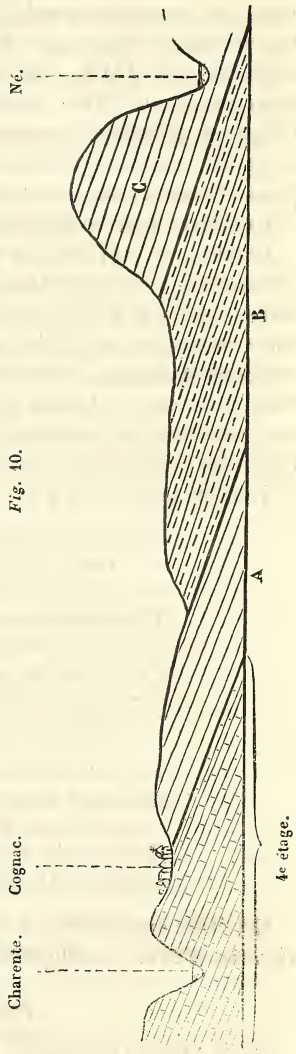


Fig. 10.

La figure 10, tracée de Cognac à la rivière du Né, indique que le quatrième étage de la craie inférieure supporte la craie supérieure.

A. Calcaire à *Ostrea auricularis*, Brong. } 1er étage.
B. Craie micacée à silex. }
C. Craie à *Ostrea vesicularis*. 2e étage.

Une excellente étude de ce système peut se faire dans les environs du château de Malberchie, dont le propriétaire, M. E. de Nanclas, réserve aux géologues que leur bonne fortune amène dans la contrée, et l'hospitalité la plus cordiale, et les renseignements les plus précieux. Les ravins que l'on traverse au-dessous du Maine-aux-Anges sont creusés dans

le quatrième étage de la craie inférieure. Les champs qui dominent les escarpements offrent en profusion l'*Ostrea auricularis*, Brong., qui remonte jusque dans les vignobles méridionaux de Malberchie, où ce fossile est mêlé à la *Terebratula vespertilio*, Brocchi, et à une foule d'échinides dont la détermination est à faire. Le calcaire qui renferme ces espèces est déjà blanchâtre et friable. Il est recouvert par un calcaire blanc plus friable encore, contenant le *Spondylus carantonensis*, d'Orb., les *Ammonites Orbignyanus*, d'Archiac, et *Bourgeoisianus*, d'Orb., des Pleurotomaires, et qui forme la base de la butte de la Rafinie. Le sommet des coteaux est occupé par les bancs à *Ostrea vesicularis*, Lam.; *Ostrea santonensis*, d'Orb.; *Ostrea frons*, Parkins., qui caractérisent l'étage supérieur.

La puissance de ce calcaire dépasse 65 mètres.

J'avoue que, si j'avais pu y reconnaître une faune assez riche et surtout des rudistes spéciaux, comme j'en ai rencontré pour tous les autres étages, je n'aurais pas hésité à introduire tous ces bancs placés entre le niveau des *Ostrea vesicularis*, Lam., et celui des *Ostrea auricularis*, Brong., comme étage distinct dans une craie supérieure. Mais, outre que les fossiles n'y sont pas communs, ils sont en général mal conservés, et j'ai dû renoncer à mon idée première, quoique je la croie plus rationnelle que celle que j'adopte en ce moment.

Voici les fossiles que j'ai recueillis dans ce sous-étage:

Ammonites Bourgeoisianus, d'Orb.
— *Orbignyanus*, d'Arch.
— *polyopsis*, Dujard.
(Plusieurs espèces nouvelles).
Turritella Bauga, d'Orb.
Pleurotomaria santonensis, d'Orb.
— *secans*, d'Orb.
— *Fleuriausiana*, d'Orb.
— *turbinoides*, d'Orb.
Trigonia limbata, d'Orb.
Spondylus carantonensis, d'Orb.
— *globosus*, d'Orb.
Terebratula difformis, Lam.
Diadema Kleinii, Desmoul.

Cet étage correspond, à cause de la présence de la *Sphærulites sinuata*, d'Orb., au cinquième horizon des rudistes.

Deuxième étage.

Craie à Ostrea vesicularis, Lam.; *Ostrea larva*, Lam.; *Sphærulites Hœninghausii*, Desmoul., et *Radiolites crateriformis*, Des.

Quand on a dépassé les limites supérieures de l'étage précédent et que l'observateur atteint les coteaux qui forment les points les plus élevés de la bande méridionale du département, il remarque un changement sensible dans la nature pétrologique des roches : aux bancs généralement plus solides, quoique d'origine crayeuse, du premier étage, succèdent des bancs plus tendres dont la consistance ainsi que la couleur sont à peu près celles de la craie blanche de Meudon. On se trouve alors dans la Grande-Champagne, la patrie par excellence des eaux-de-vie de Cognac, et que l'abondance d'*Ostrea vesicularis* dont la roche et les vignobles sont remplis permet de distinguer et de reconnaître immédiatement.

Il y a peu de chose à dire sur la nature minéralogique de cet étage, puisque, à part quelques accidents exceptionnels, on observe constamment une alternance de bancs de craie tendre et de bancs de craie plus solide, renfermant les uns et les autres une grande quantité de silex blanchâtres qui, par suite de la désagrégation de la roche enveloppante, se transforment en rognons libres, irréguliers, gisant çà et là au milieu des champs, et que l'on recherche pour l'empierrement des routes. Les seuls matériaux susceptibles d'être utilisés dans les constructions consistent en des moellons de mauvaise qualité que la disette de bonnes pierres oblige à mettre en œuvre.

Grâce aux escarpements qui dominent le cours de la Dronne, à l'extrémité méridionale du département, les environs d'Aubeterre se prêtent admirablement bien à l'étude de la craie à *Ostrea vesicularis*, Lam. Aussi serait-ce par ce point que je conseillerais, aux géologues qui voudraient connaître le terrain crétacé du sud-ouest de la France, de commencer leurs explorations. Le vieux château ruiné d'Aubeterre a été construit sur une saillie de rocher taillée à pic du côté de la rivière, et des travaux exécutés à main d'homme sur le revers opposé l'ont isolé du coteau auquel l'emplacement actuel était primitivement attaché. On a opéré, par ce moyen, des coupures verticales que la résistance de certains matériaux et la friabilité de certains autres rendent fort intéressantes pour l'étude. En effet, l'alternance de couches siliceuses et de couches crayeuses, la transformation de la plupart des fossiles en silice ou en carbonate de chaux spathique, ont amené, par suite d'altérations, une carie plus ou moins profonde dans les bancs à la surface desquels les fossiles se montrent tous en saillie.

La coupe représentée par la figure 11 indique la succession des couches, depuis le sommet du coteau jusqu'au niveau de la rivière.

mètres, avec de nombreux silex grisâtres disposés en chapelets. Ils renferment des *Pleurotomaria*, mais plus d'*Ostrea vesicularis*.

La coupe d'Aubeterre démontre que l'*Ostrea vesicularis*, Lam., possède trois stations bien distinctes dans l'étage qui la contient. Ce fait se vérifie sur tous les points dans le département, et notamment sous le coteau qui supporte le village d'Archiac sur la rive gauche du Né. Les falaises qui s'étendent depuis Mortagne jusqu'à Royan confirment aussi la persistance de cette disposition.

Nous y avons recueilli les fossiles suivants :

Nautilus Dekayi, Morton (*N. lævigatus*, d'Orb.).
Ammonites Gollevillensis, d'Orb.
Baculites Faujasii, Lam.
Nerinea bisulcata, d'Arch.
Globiconcha Fleuriausa, d'Orb.
— *Marrotiana*, d'Orb.
Natica royana, d'Orb.
Trochus Marrotianus, d'Orb.
— *girondinus*, d'Orb.
Turbo royanus, d'Orb.
Phasianella supracretacea, d'Orb.
Pterocera supracretacea, d'Orb.
Fusus Espaillaci, d'Orb.
— *Marrotianus*, d'Orb.
— *Fleuriausus*, d'Orb.
Cypræa ovula, Coquand (*Globiconcha ovula*, d'Orb.).
Cyprina elongata, d'Orb.
Corbis striaticostata, d'Orb.
Trigonia inornata, d'Orb.
Pectunculus Marrotianus, d'Orb.
Arca cretacea, d'Orb.
— *royana*, d'Orb.
Mytilus Dufrenoyi, d'Arch.
Pholadomya Marrotiana, d'Orb.
Venus royana, d'Orb.
Perna royana, d'Orb.
Inoceramus impressus, d'Orb.
— *Goldfussianus*, d'Orb.
— *Lamarckii*, d'Orb.
Myoconcha cretacea, d'Orb.
Lima Marrotiana, d'Orb.
— *truncata*, Münst.
— *semisulcata*, Goldf.
— *maxima*, d'Arch.
Pecten barbesillensis, d'Orb.
— *Espaillaci*, d'Orb.

Pecten Dujardini, d'Orb.
— *Nillssoni*, Goldf.
— *Dutemplei*, d'Orb.
— *quadricostatus*, Sow.
Spondylus santonensis, d'Orb.
Plicatula aspera, Sow.
Chama angulosa, d'Orb.
Avicula approximata, Goldf.
Ostrea frons, Parkinson.
— *laciniata*, d'Orb.
— *larva*, Lam.
— *Matheroniana*, d'Orb.
— *vesicularis*, Lam.
— *vesicularis* (*varietas deltoidea*, Lam.).
— *pyrenaica*, Leym.
— *Talmontiana*, d'Arch.
— *cornu-arietis*, Coquand.
— *santonensis*, d'Orb.
Sphærulites Hœninghausii, Desmoul. (*Radiolites dilatata*, d'Orb.).
— *alata*, d'Orb.
Radiolites crateriformis, Desmoul.
— *fissicostatus*, d'Orb.
Terebratula santonensis, d'Arch.
Conoclypus Leskei, Agass.
Ananchytes Gravesi, Desor.
— *gibba*, Lam.
— *ovata*, Lam.
— *striata*, Lam.
Hemipneustes radiatus, Agass.
Holaster semistriatus, d'Orb.
— *pilula*, Agass.
Micraster breviporus, Agass.
Cardiaster ananchytes, d'Orb.
Pygaulus Toucasianus, d'Orb.
Hemiaster prunella, Desor.
— *Moulinsianus*, d'Orb.
— *punctatus*, d'Orb.
Pygurus Faujasii, Agass.
Nucleoporus minor, Agass.
Salenia scutigera, Agass.
Beaucoup de bryozoaires et de polypiers.
Orbitolites gigantea, d'Orb.
— *radiata*, d'Orb.
— *media*, d'Arch.

L'étage à *Ostrea vesicularis* correspond au sixième horizon des rudistes.

Nota. Nous nous sommes abstenu de charger nos listes du nom des espèces citées par d'autres auteurs dans la craie des deux Charentes. Nous n'y avons maintenu que les fossiles trouvés par nous, voulant assumer la responsabilité complète de nos indications. Nous aurions pu aussi enrichir notre catalogue de beaucoup d'espèces nouvelles que nous comptons publier plus tard.

Troisième étage.

Les dénudations survenues dans les divers étages de la craie, postérieurement à leur dépôt, n'ont respecté le dernier étage de la craie supérieure que sur trois points du département, lesquels sont en grande partie recouverts par les sables et argiles tertiaires. Ces trois localités, placées dans l'arrondissement de Barbezieux, sont le village des Philippeaux, à l'ouest de Lamerac, les environs du Maine-Blanc, au sud de Montmoreau, et le sommet du plateau qui domine au nord la ville d'Aubeterre. La coupe que nous avons donnée (fig. 11) de ce dernier gisement indique bien clairement que cet étage surmonte les bancs les plus élevés à *Ostrea vesicularis*, Lam. : or, c'est dans une position identique qu'on l'observe au Maine-Blanc et aux Philippeaux.

A Aubeterre, la roche dominante est un calcaire jaunâtre, grumeleux, assez dur, mélangé d'un calcaire crayeux plus tendre. Elle est remplie de rudistes et de polypiers dont le plus grand nombre appartient à la famille des *Astrées :* ces polypiers sont en outre perforés par des *Lithodomus* dont le test a été conservé. Comme l'étage secondaire est recouvert presque immédiatement par le terrain tertiaire, ce n'est guère que dans un fossé profond, creusé à la limite des bois et des vignes, qu'on peut en étudier les allures. La surface des champs toutefois est parsemée de *Radiolites Jouanneti*, Desmoul., et d'*Hippurites radiosus*, Desmoul.

La localité du Maine-Blanc, qu'on rencontre un peu sur la droite du chemin de Montmoreau à Aubeterre, offre plus d'intérêt. Les Hippurites et les Radiolites sont engagées dans un calcaire crayeux blanc, très friable, ce qui permet de les extraire dans un rare état de conservation. Comme le test de ces coquilles, qui est déjà naturellement très épais, est converti en un carbonate de chaux cristallin, il est facile de les dégager de la gangue au milieu de laquelle elles sont enveloppées. Leur nombre est vraiment prodigieux : elles y forment des bancs épais, à la manière des Huîtres, sur lesquelles elles vivaient groupées en famille. J'ai retiré un bouquet d'*Hippurites radiosus*, Desm., composé de onze individus soudés les uns aux au-

tres par un côté longitudinal de leurs valves inférieures. On y trouve aussi beaucoup de polypiers, et une Huître assez grande que je crois nouvelle.

Aux Philippeaux, le récif de rudistes est quelque chose de plus surprenant encore. C'est une île véritable formée exclusivement par des Sphérulites et des Hippurites, où la gangue disparaît pour ainsi dire. On pourra se faire une idée de leur prodigieuse accumulation, quand on saura que les coquilles fournissent des matériaux de construction qui se vendent à la toise cube, et que les maisons du village des Philippeaux sont toutes bâties avec des rudistes dont chaque individu ferait les délices du collectionneur le plus difficile. Bien que ces matériaux, que leur forme irrégulière et leur dureté empêchent de mettre en œuvre d'une manière convenable, ne soient pas d'une qualité supérieure, on est forcé de s'en contenter dans une contrée où les terrains consistent en craie tendre, en argiles et en sables.

On ne pourait donner, même approximativement, la puissance de l'étage supérieur, puisqu'il n'existe complet nulle part. Au Maine-Blanc, sa puissance oscille entre 12 et 15 mètres.

Les fossiles que j'y ai recueillis sont :

Hippurites radiosa, Desmoul.
Radiolites Jouanneti, Desmoul.
— *acuticosta*, d'Orb.
Sphærulites cylindraceus, Desmoul.

Ces mêmes espèces, associées à la *Sphærulites Bournoni*, Desmoul., à la *Radiolites ingens*, Desmoul., *Radiolites calceolides*, Desmoul., la *Sphærulites Toucasii*, d'Orb., se retrouvent dans les environs de Saint-Mametz (Dordogne) et caractérisent, dans ce département comme dans la Charente, l'étage le plus élevé de la craie supérieure.

Cet étage correspond au septième et dernier horizon des rudistes.

Nous donnons ici la puissance des divers étages qui composent la formation crétacée dans la Charente :

Craie inférieure.

2e étage	77	152
3e étage	39	
4e étage	36	

Craie supérieure.

1er étage	102	187
2e étage	70	
3e étage	15	

Puissance totale 339

Conclusions.

Les conclusions suivantes résument le sujet de nos études :

1° La craie chloritée de Rouen manque complétement dans les deux Charentes ;

2° La formation crétacée de la Charente se laisse diviser en deux groupes, la craie inférieure et la craie supérieure ;

3° La différence de faunes permet de diviser ces deux groupes en six étages distincts dont la puissance est de 340 mètres environ ;

4° Chacun de ces étages correspond à six horizons distincts de rudistes ;

5° Nos recherches établissent sept zones distinctes de rudistes, au lieu de quatre qui étaient reconnues jusqu'ici ;

6° La base de la craie supérieure caractérisée par le *Micraster cor-anguinum*, Agass., correspond à la craie de Villedieu, et ne peut être confondue avec la craie de Meudon ou celle de Maestricht, dont elle est séparée par une épaisseur de bancs crayeux de près de 70 mètres ;

7° Le troisième sous-étage du premier étage de la craie blanche peut être considéré comme l'équivalent de la craie sans silex du bassin de Paris ;

8° La craie de Meudon et de Maestricht est représentée, dans les deux Charentes, par l'étage de la craie à *Ostrea vesicularis*, Lam., comme le démontrent la superposition d'abord et ensuite la liste des fossiles communs à la Charente, à Maestricht et à Meudon, qui comprend les espèces ci-dessous dénommées :

Nautilus Dekayi, Morton.
Baculites Faujasii, Lam.
Natica royana, d'Orb.
Pholadomya Esmarkii, Pusch (*P. carantoniana*, d'Orb.).
Venus subplana, d'Orb.
Trigonia limbata, d'Orb.
Lima tecta, Goldf.
— *truncata*, Münst.
— *semisulcata*, Goldf.
Avicula approximata, Goldf.
Pecten Nilssoni, Goldf.
— *striato-costatus*, Goldf.
— *quadricostatus*, Sow.
— *Truelli*, d'Orb.
Ostrea Talmontiana, d'Arch.
— *laciniata*, d'Orb.
— *larva*, Lam.

Ostrea pyrenaica, Leym.
— *cornu arietis*, Coquand.
— *frons*, Park.
Terebratula striata, d'Orb.
— *santonensis*, d'Arch.
Crania Ignabergensis, Retzius.
Radiolites Lapeirousii?, d'Orb.
Hemipneustes radiatus, Agass.
Ananchytes ovata, Lam.
— *gibba*, Lam.
— *striata*, Lam.
Micraster coranguinum, Agass.
Hemiaster prunella, Desor.
Cardiaster ananchytes, d'Orb.
Conoclypus Leskei, Agass.
Pygurus Faujassii, Agass.
Salenia heliopora, Desor.
Cyclolites cancellata, d'Orb.
Aplosastræa gemminata, d'Orb.
Ceriopora cryptopora, Goldf.
Polytrema sphæra, d'Orb.
— *arceolata*, d'Orb.
Orbitolites media, d'Arch.

9° La craie supérieure, dans les deux Charentes, offre, sous le rapport du nombre des espèces, un type plus complet que la craie supérieure du bassin de Paris et de Maestricht.

Ces conclusions, que mes premières courses de 1848 dans la Charente m'avaient fait adopter, se sont fortifiées chaque année par des observations nouvelles. Mais aujourd'hui un des motifs qui m'y fait persister avec plus de force encore, c'est le témoignage du juge le plus compétent, M. Triger, qui a reconnu que les divisions que j'avais admises dans la craie inférieure de la Charente se vérifient terme pour terme dans le département de la Sarthe. Je dirai de plus que mes idées sont partagées par un paléontologiste dont personne ne contestera l'autorité, M. Bayle, qui possède la connaissance parfaite des fossiles et de leur signification. Ce savant professeur a eu l'occasion de vérifier sur le terrain et dans la Charente même l'exactitude des principes paléontologiques et de constater une fois de plus l'inséparabilité de la paléontologie et de la superposition ainsi que leur équivalence dans les questions de stratigraphie (1).

M. Sæmann met sous les yeux de la Société deux magni-

(1) M. Triger, dont les géologues apprécient l'esprit observateur, a

fiques échantillons de *Melonites multipora*, qu'il a reçus récemment d'Amérique.

---

bien voulu me communiquer le résumé de ses coupes de la craie de la Sarthe et de l'Anjou, telles qu'elles résultent des caractères puisés dans la stratigraphie et la paléontologie.

Voici ce résumé :

Craie à *Terebratula Menardi*.	1. Kimmerigde-clay. 2. Alternance de grès et de sables supérieurs à la craie de Rouen.
Craie à *Ostrea biauriculata* et rudistes.	3. Marne grise à *Sphærulites foliacea*. 4. Craie à *Ichthyosarcolites* (deux bancs intercalés entre des *Ostrea biauriculata*). 5. Craie à *Ostrea biauriculata*.
Craie tuffeau.	6. Craie sableuse à *Terebratula pectita* et bryozoaires (1er banc). 6 *bis*. Craie plus grise à *Pleurotomaria Gaillieni* (tuffeau exploité à Saumur). 7. Craie marneuse à *Inoceramus problematicus* (marnes de la Sarthe). 8. Craie sableuse, tendre, à bryozoaires et *Terebratula Bourgeoisii*.
Craie blanche (partie inférieure).	9. Craie à *Radiolites lumbricalis* (tout le groupe). 10. Craie marneuse à *Terebratula vespertilio*, *Ostrea auricularis*, etc.

Cette coupe se rapporte, pour ainsi dire, terme pour terme, à nos divisions, avec cette différence, toutefois, que les bryozoaires manquent, dans la Charente, au niveau indiqué par M. Triger, et que le quatrième étage de notre craie inférieure, caractérisé par le *Sphærulites Desmoulinsiana*, Matheron, paraît ne pas exister dans la Sarthe, puisque les bancs à *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., que M. Triger introduit dans sa craie blanche, sont recouverts directement par la craie à *Ostrea auricularis*, Brongn. Or, aux environs d'Angoulême, on voit très distinctement (voy. fig. 6 et 9) que cette dernière (route de Périgueux) est séparée des *Radiolites lumbricalis* par un étage intermédiaire dont la puissance dépasse 30 mètres, et qui, de plus, renferme une faune distincte. J'avoue que j'explique difficilement sa suppression dans la Sarthe. La séparation facile que les sables et grès de Richemont permettent d'opérer entre la craie inférieure et la craie supérieure nous a fait choisir pour base de celle-ci les couches à *Ostrea auricularis*, Brongn.

Séance du 17 *novembre* 1856.

PRÉSIDENCE DE M. DESHAYES.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Leferon d'Éterpigny, à Cuise-Lamotte (Oise), présenté par MM. l'abbé Lévêque et Deshayes ;

Mingaud, pharmacien, à Saint-Jean-du-Gard (Gard), présenté par MM. le marquis de Roys et Émilien Dumas ;

G. Garcia Moreno, docteur en droit, à Guayaquil (Quito, Équateur), présenté par MM. Charles d'Orbigny et Hugard ;

Thomas R. Pynchon, professeur de chimie au collége de la Trinité, à Hartford (États-Unis d'Amérique), présenté par MM. Charles d'Orbigny et Bayle ;

Vicente Restrepo, de Medellin (Nouvelle-Grenade), présenté par MM. Charles d'Orbigny et Hugard ;

Shumard, à Saint-Louis (Missouri), présenté par MM. de Verneuil et Graves ;

Fedor Thomann, ingénieur militaire, chef de la statistique du Crédit mobilier, 5, quai d'Anjou, à Paris, présenté par MM. Charles d'Orbigny et A. Gaudry.

Monseigneur l'évêque Landriot, ancien membre, à la Rochelle (Charente-Inférieure), est admis sur sa demande à faire de nouveau partie de la Société.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice : *Journal des savants*, octobre 1856.

De la part de M. G. Cotteau : *Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne*, livraisons 19 à 22. Paris, chez J.-B. Baillière.

De la part de M. Delesse : *Discours prononcé aux funérailles de M. Constant Prévost le* 20 *août* 1856, in-4, 3 p. Paris, chez Firmin Didot.

De la part de MM. A. Gaudry et Lartet : *Mémoire sur les résultats des recherches paléontologiques entreprises dans l'Attique sous les auspices de l'Académie* (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XLIII, séance du 4 août 1856), 1re et 2e séries, in-4, 8 p.

De la part de M. J. Levallois : *Carte géologique du département de la Meurthe*, 4 f. colombier. Paris, 1855 ; Imprimerie impériale.

De la part de M. Léon Martres : *Essai sur le drainage et sur son application à l'agriculture des Landes*, in-18, 71 p., 1 pl. Paris, 1856.....

De la part de M. Karl Kreil : *Jahrbücher der K. K. centralanstalt für Meteorologie and Erdmagnetismus*, vol. III, 1851, vol. IV, 1852, in-4. Wien, 1855 et 1856.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1856, 2e semestre, t. XLIII, nos 18 et 19.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. XII, nos 68 et 69. Août et septembre 1856.

L'Institut, 1856, nos 1192 et 1193.

Société I. d'agriculture, sciences et arts de l'arrondissement de Valenciennes, 8e année, nos 3 et 4. Septembre et octobre 1856.

The Athenæum, 1856, nos 1515 et 1516.

The Transactions of the R. Irish Academy, vol. XXIII, part. I, science. Dublin, 1856.

Proceedings of the R. Irish Academy for the year 1855-1856, vol. VI, part. III.

Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften. — Math.-naturwiss. Classe. Vol. IX et X, 1855 ; vol. XI ; in-4, Wien, 1856.

Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. — Math. naturwiss. Classe. 1855, marz-dec. ; 1856, janu.-marz, in-8.

Almanach der K. Akademie der Wissenschaften zu Wien, 1856, in-18, 225 p.

Acta Academiæ C. L. C. naturæ curiosorum, vol. XXIV, suppl.; vol. XXV, part. 1 et 2.

Det K. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. Femte Række, Naturvid. of Mathem. Afdeling, vol. IV, in-4. Copenhague, 1856.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, VIIe vol., 4e cahier; VIIIe vol., 1er et 2e cahiers.

Neues Jahrbuch für Geologie und Mineralogie, etc., von K. C. von Leonhard und H. G. Bronn, 1856, 2e, 3e et 4e cahiers.

Verhandlungen der naturhistorischen Vereines der Preussischen Rheinlande und Westphalens, 12e et 13e années.

Würtembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte, 12e année, 2e cahier.

Jahresbericht über die Fortschritte der reinen, pharmaceutischen und technischen Chemie, etc., von Justus Liebig und Hermann Kopp, für 1855, 1er cahier.

Arbeiten der geologischen Gesellschaft für Ungarn, 1 heft, in-4, Pesth, 1856.

Memorias de la Real Academia de ciencias de Madrid. t. I, 3e sér. *Cienc. natur.*, t. I, 3e sér.; t. II, 1re sér. *Cienc. exact.*, t. I, 1re sér.

Resumen de las actas de la Real Academia de ciencias de Madrid en el año academico de 1851 *à* 1852, *et de* 1852 *à* 1853, por D^or D^n. Mariano Lorente.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. VI, n°s 5 et 6.

Revista minera, 1856, n°s 146 à 155.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1854, n°s II, III et IV; année 1855, n° 1.

The American journal of science and arts, by Silliman, 2e sér., n°s 61 à 65.

M. Gaudry présente, au nom de M. Lartet et au sien propre, une note extraite des Comptes rendus de l'Académie des sciences, au sujet de laquelle il fait espérer de donner quelques développements dans une séance prochaine.

M. le Président annonce à la Société que M. Barrande vient de lui adresser sa démission de vice-président, et que le Con-

seil propose de procéder en conséquence à l'élection de deux vice-présidents en remplacement de MM. Barrande et Haime. Cette proposition est adoptée par la Société, dont les membres recevront une convocation spéciale pour la séance du 1er décembre.

M. Delesse offre à la Société de la part de M. de Karnall, directeur des mines du royaume de Prusse, un portrait de Léopold de Buch gravé par ordre du roi de Prusse. — Il dépose en même temps sur le bureau un exemplaire du discours qu'il a prononcé sur la tombe de M. Constant Prévost.

M. Delesse lit ensuite un extrait d'une lettre de M. de la Marmora, qui promet à la Société de lui envoyer une notice nécrologique sur M. de Collegno.

M. Deshayes donne lecture d'un travail relatif à l'ESPÈCE qui doit former un chapitre de la nouvelle publication qu'il prépare pour faire suite à ses études sur les fossiles tertiaires du bassin parisien.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Scarabelli.

Imola, 15 septembre 1856.

Il ne sera pas sans intérêt pour les progrès de la géologie de vous donner les détails d'un sondage artésien exécuté à Conselice, province de Ferrare, pour les comparer avec ceux des sondages exécutés à Venise, présentés à la Société par M. Degousée dans la séance du 6 mai 1850.

Lorsque les marnes et sables subapennins déposés au pied des Alpes et des Apennins eurent acquis, par l'effet du soulèvement, l'altitude qu'ils présentent aujourd'hui, les cours d'eau descendant de ces deux chaînes commencèrent à combler par leurs alluvions la profonde dépression triangulaire qui les sépare, en sorte que, dans une période de temps géologique relativement très courte, se forma cette riche et magnifique plaine de la Lombardie et de la Vénétie, sillonnée au milieu par le Pô, qui dut être naturellement le plus grand cours d'eau entre les Alpes et les Apennins, étant dirigé, ainsi que nous le voyons, précisément comme la résultante des forces de tous les cours d'eau qui s'y jettent. Par suite de ces circonstances hydrodynamiques, le delta du Pô s'avança dans l'Adriatique en raison des détritus abondants que ses affluents ne cessèrent d'y déverser.

Les dépôts originaires de ces cours d'eau sont composés d'éléments

pierreux plus ou moins gros, selon l'éloignement de leur provenance, se plaçant en stratification discordante sur les sables subapennins perméables par leur nature comme les autres dépôts détritiques postérieurs, en sorte que les eaux s'infiltrent en abondance dans le plan de discordance des deux formations, et, si l'on doit pratiquer un forage dans les lieux qui, outre ces circonstances géologiques et lithologiques, présentent les sables convenablement inclinés vers la plaine où doit être placé le puits, trois probabilités de rencontrer l'eau jaillissante sont réunies, et il ne s'agira que de la profondeur à atteindre pour l'obtenir.

Telles étaient les conditions de Conselice, située à 21 kilomètres de l'affleurement des sables pliocènes, dans une plaine un peu marécageuse formée par les dépôts successifs des fleuves voisins, qui, à l'époque romaine, laissaient encore ce bourg, alors *Caput silicis*, au bord de la mer, distante aujourd'hui de 36 kilomètres. Mais quelle profondeur devait avoir le forage pour atteindre les sables pliocènes affleurant à une telle distance, où ils présentent une inclinaison de 3 degrés, lors même qu'on se fût proposé de l'arrêter quand l'eau jaillirait à la jonction des sables! Il ne restait d'espoir de diminuer la dépense qu'en essayant le degré de perméabilité de quelques-unes des couches alluviales déjà anciennes, à qui une grande inclinaison eût conservé leur perméabilité, demeurées par conséquent aquifères. Dans un mémoire publié en 1830 *sur les chances de réussite des puits artésiens dans le territoire d'Imola*, j'ai traité des difficultés de semblables entreprises. La conclusion était qu'avec une dépense plus ou moins grande le succès dans notre plaine était assuré.

La population de Conselice n'avait pour son usage que des eaux fort mauvaises. Pressée par la nécessité, elle demanda et obtint du gouvernement l'autorisation de faire forer un puits au milieu du pays sur les fonds communaux. Je fus alors chargé de chercher un entrepreneur exercé, et, sur mon rapport, on traita avec un ingénieur fort habile, M. Eugène Canevazzi, qui avait pratiqué avec succès des forages à Venise, aux environs de Bologne et dans quelques autres lieux. En peu de temps, muni d'excellents appareils, il trouva l'eau jaillissante à 50 mètres de profondeur, dans une couche de sable mêlé d'une petite brèche. L'eau rencontrée s'éleva à 2 mètres au-dessus du sol, avec une température de 12 degrés Réaumur (15 degrés centigrades), dégageant du gaz hydrogène, légèrement ferrugineuse, en quantité plus que suffisante pour les besoins de la population.

Voici le tableau des assises traversées et des fossiles trouvés dans la onzième. Il est impossible d'avoir une idée du temps écoulé entre le dépôt des sables aquifères et les dépôts argileux actuels des rivières voisines, exactement de même nature que les assises traversées.

Coupe du sous-sol de Conselice jusqu'à 50 mètres de profondeur.

	Mètres.
1. Argile marno-sableuse, jaunâtre, avec nodules (mattoni) et bois	2,10
2. Marne sableuse cendrée, avec mica et débris végétaux	5,15
3. Argile marneuse cendrée	1,63
4. Tourbe argileuse	0,48
5. Argile tourbeuse	1,07
6. Tourbe	1,12
7. Argile bleuâtre	1,23
8. Argile marneuse cendrée, jaunâtre	3,76
9. Argile gris perle	0,20
10. Argile marno-sableuse, jaunâtre, micacée	6,18
11. Argile marneuse, bleuâtre, coquillière (ci-après la liste des coquilles déterminées par M. Tassinari)	0,57
12. Marne sableuse, jaunâtre, micacée	1,39
13. Argile bleuâtre micacée	3,78
14. Argile marno-sableuse, micacée, jaunâtre	1,38
15. Argile marneuse bleuâtre, avec fragments de coquilles	0,22
16. Argile bleuâtre obscure	2,36
17. Argile sableuse, jaunâtre, micacée	3,41
18. Argile marneuse cendrée	4,19
19. Argile grise veinée, avec nodules calcaires	1,20
20. Sable argileux, cendré, micacé	0,30
21. Argile grise veinée	0,68
22. Argile sableuse cendrée, avec mica	1,00
23. Argile grise veinée	0,50
24. Marne sableuse, cendrée, verdâtre, micacée	6,00
25. Sable quartzeux aquifère, avec gaz hydrogène	0,00

Mollusques trouvés dans la couche n° 11.

Terrestres.

1. *Succinea Pfeifferi*, Rosm.
2. *Helix nitida*, Müll. *non* Drap.
3. *Pygmæa*, Drap.

Aquatiques.

4. *Lymnæa palustris*, Müll.
5. — *fossarius*, Mont.
6. — — var. *trunculatus*, Gmel.
7. *Planorbis corneus*, Linn.
8. *Planorbis complanatus*, Linn. *non* Drap.
9. — *albus*, Linn.
10. — *vortex*, Müll.
11. — *spirorbis*, Müll. *non* Drap.
12. — *contortus*, Müll.
13. *Bythinia tentaculata*, Linn.
14. *Valvata planorbis*, Drap.
15. — *piscinalis*, Lamk.
16. *Sphærium lacustre*, Müll.

Le *Planorbis contortus* est la seule espèce qui n'ait point encore été trouvée vivante dans la vallée de Conselice; mais elle existe dans le Milanais et la Vénétie. (Voy. Tassinari, *Catalogue des mollusques de la Romagne*, extrait du *Journal de malacologie*, 2e année, nos 5, 7 et 10.)

M. Scarabelli a joint à sa note une lettre à M. Deshayes, avec le dessin d'une Nasse dont il a trouvé trois exemplaires dans les marnes subapennines, voisine de la *Nassa prismatica* (Brocc. sp.) et par la forme de son ouverture du *Buccinum granulatum*, Sow., figuré par M. Nyst (Coq. de la Belgique, 343, fig. 11 *a*). Il la croit nouvelle, et se propose de lui donner le nom de *Nassa Deshayesi*.

M. Deshayes, après avoir examiné le dessin, lui trouve beaucoup d'analogie avec une Nasse déjà connue, dont cependant la forme est moins allongée.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. le professeur Bianconi, de Bologne :

Note sur l'origine métamorphique des argiles écailleuses du terrain serpentineux des environs de Bologne (Italie), par M. J. J. Bianconi.

Les argiles, associées aux serpentines, ont été étudiées dernièrement par M. le professeur Santagata, qui a jadis le premier fait connaître les serpentines du Bolonais dans ses *Discorsi geologici intorno alle rocce serpentinose del Bolognese*, 1837. Les intéressants résultats auxquels il est parvenu m'engagent à en faire la communication à la Société.

Les argiles des terrains serpentineux sont-elles d'origine de sédiments ou bien métamorphiques? Telle est la question que M. Santagata s'est proposé de résoudre.

Les grandes masses d'argile, ou plutôt les montagnes d'argile très développées ici, ne sont jamais homogènes; elles contiennent une foule de corps étrangers, des fragments de calcaire à Fucoïdes, de macigno, de marne calcaire éocène, etc. Ici les fragments sont excessivement abondants, là les argiles prédominent; autre part tout est argile, et les fragments sont réduits presqu'à rien. Ces fragments ne sont pas jetés dans l'argile comme des cailloux dans la boue; au contraire, ils sont souvent arrangés, soit en direction verticale, soit oblique ou contournée, toujours avec un parallélisme bien remar-

quable avec la direction des écailles qui composent la masse de l'argile, car il ne faut pas oublier que la structure de ces argiles est éminemment écailleuse. De très petites écailles sont comprises dans une plus grande, dont un grand nombre fortement jointes forment des polyèdres cunéiformes dont l'assemblage compose la montagne.

Jetons d'abord un coup d'œil sur les fragments, et ensuite sur les argiles.

On sait jusqu'à l'évidence que les fragments sont des lambeaux de lits ou bancs de roches neptuniennes, précisément du calcaire albérèse et du macigno fracassés en morceaux et dérangés de fond en comble. Lorsque les morceaux lavés par les eaux ont été mis au jour, on les voit anguleux, profondément rongés; d'autres fois ils sont altérés à la surface, c'est-à-dire rubigineux, parsemés de pyrite, encroûtés et pénétrés d'oxyde de manganèse ; bien des fois la substance pierreuse, soit du calcaire, soit du macigno, se réduit à un *nucleus* tout contourné de manganèse et d'ocre ferrugineuse. Voilà donc, sans aucun doute, des vestiges de métamorphose bien profonde et quelquefois totale dans l'un des éléments du terrain des argiles, c'est-à-dire dans les fragments et dans les blocs de calcaire et de macigno.

Examinons maintenant les argiles.

Lorsqu'on vient à frapper un bloc d'argile, elle se divise en écailles qui, souvent dans leur intérieur, offrent des points micacés ou réellement des paillettes de mica; d'autres écailles présentent encore plus clairement les éléments du macigno, soit une variété, soit l'autre. Quelquefois l'argile prend un aspect schistoïde, et en même temps sableux et finement micacé, de telle sorte qu'on voit là les apparences des argiles mêlées avec celles de certaines marnes sableuses propres à la formation éocène ou bien des macignos friables schistoïdes. Il y a là-dedans une véritable transition parmi les deux roches indiquées, c'est-à-dire l'argile et la marne sableuse ou le macigno, et l'on ne saurait pas bien définir si c'est une argile qui passe au macigno ou bien un macigno qui se transforme en argile ; car, si la stratification schisteuse et la présence du mica et du sable quartzeux sont des preuves incontestables de l'existence primitive du macigno, d'autre part l'argile, avec ses surfaces luisantes et sa pâte extrêmement fine, pénètre de toutes parts avec ses écailles d'une ténuité extrême l'intérieur du macigno schistoïde. De même de gros morceaux du plus bel albérèse ou calcaire à Fucoïdes, avec sa pâte fine couleur de lait, homogène, conchoïde, sont sur quelques points pénétrés de matière argileuse qui forme des surfaces écailleuses lustrées dans la substance très compacte du calcaire, soit au travers, soit obliquement ou parallèlement à la direction originaire de la couche du calcaire. Dans ces

conditions, si l'on va de l'intérieur à l'extérieur, on trouve le nombre des petites écailles argileuses toujours croissant; bientôt elles dominent et occupent les parties externes du morceau qui en est tout vernissé; cet enduit argileux n'a pas de limite déterminée avec le calcaire; celui-ci passe à l'argile, comme l'argile pénètre et se confond insensiblement avec la substance calcaire.

Nous avons dit qu'il y a des impressions de Fucoïdes dans les calcaires et dans quelques macignos. Or, il est bien surprenant de voir, lorsqu'on examine quelques morceaux de ces roches enclavés encore dans l'argile, combien les Fucoïdes, qui, avec leurs extrémités immergées dans la substance interne la plus pure et inaltérée du même calcaire, s'avancent vers le côté du fragment avoisinant la surface extérieure qui commence à être dominée par l'argile, vont suivre la surface extérieure du calcaire enduit par l'argile. Ici donc les Fucoïdes sont peints sur la surface de l'argile; mais cela n'est pas tout : on peut détacher les premières écailles d'argile adhérentes au fragment à Fucoïdes, et sur ces écailles on voit très clairement les empreintes des Fucoïdes. D'autres écailles plus extérieures portent aussi des portions de Fucoïdes; on serait par conséquent tenté de conclure qu'il y avait du calcaire là où à présent on trouve de l'argile, ou, en d'autres termes, que la partie extérieure du calcaire s'est métamorphosée en argile.

M. Santagata confirme cette dernière observation avec des exemples tirés du macigno.

Tous les résultats des observations de notre ami amènent à la conjecture que *les argiles écailleuses des terrains serpentineux sont le résultat du métamorphisme des roches neptuniennes de la formation éocène, c'est-à-dire que, en grande partie, l'argile résulte de la conversion du calcaire, du macigno, des conglomérats, etc.*

Dans une dernière communication présentée à l'Académie des sciences d'ici, le professeur Santagata a pu encore chercher à quelle époque a eu lieu ce métamorphisme, par des observations inattendues.

Parmi les argiles du mont Paderno, célèbre jadis par la présence de la *pierre phosphorique* de Bologne, il a trouvé une partie de la même montagne composée d'argile écailleuse rouge de brique. En l'examinant, il a trouvé dans son intérieur le résidu d'un macigno très micacé, friable, jaunâtre, en un mot, tout à fait semblable au macigno mollasse miocène des environs. Cent fois il a confirmé la parfaite ressemblance du macigno contenu dans les argiles rouges du mont Paderno et d'autres localités avec le macigno miocène qui occupe une grande partie de l'Apennin. Il a définitivement conclu

l'identité des deux choses lorsqu'il a pu recueillir plusieurs échantillons de ce macigno de l'argile avec l'un des fossiles caractéristiques de ce terrain dans notre pays.

Enfin, dans le lavage des argiles emportées par les eaux, il a trouvé plusieurs dents de Squale, enduites ou pénétrées de cuivre carbonaté, substance qu'on trouve fréquemment en incrustation parmi les argiles. La couleur verte, qui manque toujours aux dents de *Lamia* qu'on trouve fréquemment dans le macigno miocène, vient suppléer jusqu'à un certain point au défaut de n'avoir pas encore trouvé dans l'argile de pareilles dents.

Suivant ces observations, l'apparition des argiles a donc eu lieu postérieurement à toute la formation éocène et durant la première partie de la période miocène, mais tout à fait durant la première partie de cette période, car les macignos miocènes plus récents couronnent, bien que partiellement dérangés, les alentours des lieux d'observation et les autres montagnes apennines sous lesquelles disparaissent les argiles écailleuses.

Telle que se présente la question que s'est proposée le professeur Santagata, de l'origine métamorphique des argiles des serpentines, éclaircie par ses belles observations, elle est si vaste, qu'on pourrait bien la dire inépuisable, surtout si l'on fait attention aux minéraux contenus et parsemés dans l'argile même, comme la baryte, l'aragonite, la sélénite, etc., etc.

M. P. de Berville fait la communication suivante :

Notice sur une nouvelle espèce de crustacé fossile, trouvée dans le calcaire grossier inférieur, par M. P. de Berville.

Historique. — La faune carcinologique des terrains tertiaires a été jusqu'ici l'objet d'un petit nombre de travaux.

Depuis ceux de M. Desmarest (1) (1822) sur les crustacés fossiles, peu de paléontologistes se sont occupés de cette question.

Le travail de M. Desmarest a rapport en grande partie aux crustacés décapodes macroures et brachyures, c'est-à-dire à ces crustacés qui commencèrent à apparaître, les premiers après la période paléozoïque, à l'époque du trias (2), les seconds après la période crayeuse, à l'époque des terrains tertiaires.

---

(1) Voy. Desmarest, *Histoire naturelle des crustacés fossiles*. Paris, 1822, in-4.

(2) Voy. Alc. d'Orbigny, *Paléontologie et géologie stratigraphiques*, vol. III, p. 395.

Pseudocarcinus Chauvini *(Nob.)*.

4/5 de la grandeur naturelle.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY
SD

La plupart des crustacés décrits par l'illustre savant appartiennent aux brachyures (*Cancer*), et proviennent presque tous des terrains nummulitiques et des argiles de Sheppey (Angleterre).

Quelques années après ces publications, parut un Mémoire de M. Van Rensselaer (1) dans lequel sont cités des crustacés fossiles (macroures) provenant des terrains tertiaires de la Nouvelle-Jersey.

Puis M. Roux (2), répondant à l'appel de M. Desmarest, fit paraître vers 1829 un Mémoire sur une nouvelle espèce de Xanthe, Leach, le *X. Desmarestii*.

Nous possédons également un premier mémoire de M. Milne Edwards (3) sur des crustacés fossiles de l'île de Sheppey.

Un mémoire de M. Sismonda (4), publié en 1846, sur des crustacés tertiaires (miocène) de Turin et de ses environs.

M. Sismonda cite parmi les décapodes brachyures :

Genre *Platycarcinus*, Latr.	*P. antiquus*, E. Sism.
— *Xantho*, Leach.	*X. Edwardsii*, E. Sism.
— *Ranina*. Lamk.	*R. palinea*, E. Sismonda.

Parmi les isopodes :

Genre *Sphæroma*, Latr.	*S. Gastaldi*, E. Sism.

M. H. de Meyer a également donné quelques descriptions de crustacés provenant des terrains nummulitiques ; nous les voyons mentionnés dans l'ouvrage de M. le vicomte d'Archiac (5) et décrits dans celui de M. de Meyer (6).

Voyez aussi un mémoire de M. M'Coy sur des crustacés fossiles de l'île de Sheppey (7), publié en 1849.

M. M'Coy y décrit quatre nouveaux genres tant brachyures que macroures ; ce sont parmi les brachyures, les genres *Zanthopsis* et

---

(1) Voy. *Ann. of the Lyc. of nat. hist. of New-York*, 1824, vol. I, part. 2, p. 195, pl. XIV.

(2) Voy. *Ann. des sciences naturelles*, vol. XVII, p. 84, 1829.

(3) Voy. *Extrait des procès-verbaux de la Société philomatique*, 3 juillet 1837.

(4) Voy. E. Sismonda, *Description des poissons et des crustacés fossiles du Piémont*, in-4, 38 pl., 3 pl. Turin, 1846.

(5) Voy. d'Archiac, *Hist. des progrès de la géol.*, vol. III, p. 303.

(6) Voy. H. de Meyer, *Beitr. z. Naturgesch. des Vorwelt*, 1847.

(7) Voy. *The Annals and magazine of natural history*, 2e série, 1849, t. IV, p. 161.

Basinotopus, et parmi les macroures, les genres *Archæocarabus* et *Hoploparia;* les espèces sont réparties ainsi qu'il suit :

Brachyures :

Genre *Zanthopsis*, M'Coy	*Z. nodosa*, M'Coy.	Argile de Sheppey.
	Z. bispinosa, M'Coy.	Id.
	Z. unispinosa, M'Coy.	Id.
— *Basinotopus*, M'Coy.	*B. Lamarckii*, M'Coy.	Sheppey.
	Syn. *Inachus Lamarckii*, Desm.	Id.

Macroures :

Genre *Archæocarabus*, M'Coy.	*A. Bowerbanki*, M'Coy.	Sheppey.
— *Hoploparia*, M'Coy	*H. gammaroides*, M'Coy.	Id.
	H. Belli, M'Coy.	Id.

Outre ces différents mémoires, nous mentionnerons un travail manuscrit de M. Milne Edwards sur des crustacés des terrains nummulitiques, qui, d'après l'une des opinions émises dans l'ouvrage de M. le vicomte d'Archiac (1), sont synchroniques des terrains tertiaires inférieurs.

M. Milne Edwards (2) a donné une esquisse de ce travail dans une lettre adressée à M. d'Archiac en 1851.

Enfin, un travail remarquable de M. Bosquet (3) sur les entomostracés fossiles des terrains tertiaires, ouvrage dont nous devons la communication à M. Michelin, et dans lequel M. Bosquet ne cite pas moins de 83 ostracodes fossiles, dont 47 appartenant aux terrains éocènes, 22 aux terrains miocènes, 3 aux terrains pliocènes et 11 répartis dans ces 3 étages pris 2 à 2.

Maintenant, si nous compulsons ces différents travaux, nous voyons que le bassin de Paris y est représenté par un très petit nombre d'espèces, ainsi :

Parmi les décapodes brachyures, nous voyons décrit et figuré dans Desmarest (4) le *Portunus Hericarti* (Desm.), espèce particulière

---

(1) Voy. d'Archiac, *Histoire des progrès de la géologie*, t. III, p. 216.

(2) Voy. d'Archiac, *Histoire des progrès de la géologie*, t. III, p. 303 et 304 (*j*).

(3) Voy. Extr. du tome XXIV des *Mém. cour. et Mém. des sav. étrang.* Acad. roy. de Bruxelles, 1852.

(4) Voy. Desmarest, *Hist. nat. des crustacés fossiles*. Paris, 1822, p. 87, pl. V, fig. 5.

aux assises supérieures des sables moyens ou sables et grès dits de Beauchamp.

Une autre espèce de brachyure également caractéristique de ces mêmes sables a été décrite par M. Milne Edwards (notes manuscrites) : c'est un *Xantho*, Leach, le *X. Brongniarti*, M. Edw.

Puis, dans la famille des Orbiculaires, nous voyons une espèce du genre *Leucosia*, Fabr., *L. Prevostiana*, Desm. (1), citée par Desmarest; cette espèce est propre aux assises inférieures de la troisième masse de gypse (Montmartre).

A ces trois brachyures nous ajouterons :

Un petit isopode cité dans Desmarest (2), très commun dans les marnes supérieures aux gypses : c'est une espèce du genre *Sphæroma*, Latr., *S. Margarum*, Desm. M. Milne Edwards (3) le range dans son genre *Palæoniscus* et en fait le *P. Brongniarti*, M. Edw.;

Une espèce de *Cypris*, le *C. punctata*, d'Arch. (4), provenant des lignites, et trouvée à Vailly et à Messons (Aisne);

Et enfin tous les entomostracés décrits par M. Bosquet, qui forment une étude spéciale et très étendue de cette division dans la grande famille des crustacés.

Gisement. — Les environs de Noyon (Oise), qui, depuis longtemps, sont l'objet des recherches de M. Beguéry, se trouvent compris dans la description géognostique que M. Graves (5) fit, il y a quelques années, du département de l'Oise.

« La ville de Noyon, comme le dit l'éminent géologue (2), est en-
» cadrée dans une série de collines dénommées montagnes de Gran-
» dru, Béhéricourt ou Babœuf, Dominois, Saint-Siméon, Applain-
» court, Tarlefesse, etc., dont l'ensemble constitue le plateau de
» Salency. »

Ces collines, qui forment ainsi un réseau presque continu, sont pour ainsi dire exclusivement formées par le calcaire grossier inférieur. Cette partie de l'étage, le plus important du bassin de Paris, y prend en effet un développement assez grand.

---

(1) Voy. Desmarest, *Hist. nat. des crustacés fossiles*, p 114, pl. IX, fig. 13.

(2) Voy. Desmarest, *Hist. nat. des crustacés fossiles*, p. 138.

(3) Voy. Milne Edwards, *Ann. des sc. nat.*, t. XX, p. 328, 1843.

(4) Voy. d'Archiac, *Description géologique du département de l'Aisne*. p. 175.

(5) Voy. Graves, *Essai sur la topographie géognostique de l'Oise*, 1847.

On y distingue, suivant M. Graves (1), trois assises parfaitement distinctes, contenant en plus ou moins grande abondance les fossiles propres à la faune du calcaire grossier inférieur. La plus supérieure de ces trois assises est constituée par un calcaire tendre que l'on exploite comme pierre de taille; ce calcaire contient en grande abondance des moules intérieurs de *Cerithium giganteum* et de *Nautilus Lamarckii*. Ces deux fossiles, que nous avons recueillis dans nos excursions aux environs de Noyon, deviennent plus rares dans l'assise inférieure.

Cette assise et celle qui est placée au-dessous sont distinguées par les Nummulites, qui, à leur contact, forment une zone bien marquée. Ces deux assises prennent toutes deux un développement assez notable; elles sont formées par un grès calcaire que l'on exploite, soit pour en faire des pavés, lorsque la masse est assez compacte (Crisolles), soit pour l'entretien des routes, lorsqu'elle est mamelonnée et disposée en rognons (Saint-Siméon). Ces grès contiennent en quantité considérable des Nummulites (*N. lævigata*, Lmk.) et les fossiles de l'assise supérieure.

La glauconie grossière, qui commence l'étage du calcaire grossier, se trouve à la base de quelques-uns de ces coteaux.

Ces grès forment le passage de la glauconie grossière (glauconie supérieure de M. Graves) au calcaire grossier qui les surmonte, tant sous le rapport des fossiles que l'on y rencontre que sous le rapport de leur composition minéralogique; ainsi, tous les fossiles de la glauconie grossière passent dans les grès et les calcaires, et croissent en nombre; les Nummulites seules (*N. lævigata*, Lmk.) qui apparaissent dans la glauconie ont leur maximum de développement dans les grès et décroissent par degrés insensibles dans les calcaires; de même, ces grès, qui, à leur base, sont disposés en rognons très siliceux et même empreints de ces grains verts et noirs caractérisant si bien la glauconie grossière, deviennent de plus en plus calcaires à mesure que l'on approche des assises supérieures.

Cette dernière raison ne prévaut pas pour rattacher la glauconie au calcaire grossier, car, stratigraphiquement et même minéralogiquement, elle se lie également bien aux sables du Soissonnais (glauconie moyenne de M. Graves), tandis que, d'après la première raison, qui porte uniquement sur les données paléontologiques, on doit considérer la glauconie grossière comme étant la base du calcaire

---

(1) Voy. Graves, *Essai sur la topographie géognostique de l'Oise*, p. 315.

grossier : c'est en effet ce qui est admis dans les classifications récentes (1).

C'est à la partie inférieure du banc de calcaire, c'est-à-dire de l'assise supérieure, dans l'une des carrières situées au revers du massif de collines tournées vers le N.-O., aux approches de Crisolles, que M. Chauvin a trouvé les différents échantillons du crabe dont je me propose de donner la description succincte (2).

Les différentes pièces recueillies par M. Chauvin consistent en :

1° Une carapace parfaitement conservée dont nous donnons le dessin dans les deux sens (Pl. II), fig. 1, 2;

2° Les deux pinces, fig. 3, 4, 5, 6;

3° Un fragment de patte ambulatoire, fig. 8;

4° La plus grande partie de l'abdomen, fig. 7;

5° Un fragment de la patte antérieure, figurée en 3 et 4, montrant le condyle articulaire du carpe ou poignet avec le corps de la pince ou métacarpe (fig. 9).

DÉCAPODES BRACHYURES.

Famille des *Cyclométopes*, Miln. Edw. (3), tribu des Cancériens arqués.

Genre *Pseudocarcinus*, Miln. Edw.; *Cancer*, Fabr., Herbst., Lmk., etc.

Pseudocarcinus Chauvinii, nob.

Bords latéro-antérieurs de la carapace découpés en festons, dont le nombre varie de 8 à 10; le feston adjacent aux angles latéraux a un développement double des autres.

Carapace environ une fois et demie aussi large que longue, d'une convexité voisine de celle des Zanthes, légèrement bosselée, ponc-

---

(1) Voy. Ch. d'Orbigny, *Tableau synoptique des terrains et des principales couches minérales qui constituent le sol du bassin parisien*. Paris, 1855.

(2) Encouragé par la bienveillance de M. Milne Edwards, ainsi que par les bons conseils de MM. Michelin, Hébert, Bayle et Lucas, tant pour leurs aimables communications que pour l'empressement avec lequel ces savants m'ont fourni les renseignements que je sollicitais, j'ai essayé de donner une description, aussi exacte qu'il m'a été possible de le faire, des différents échantillons que j'ai entre les mains.

(3) Voyez Milne Edwards, *Hist. nat. des crustacés* (Suites à Buffon). Paris, 1837.

tuée dans les deux sens et présentant assez distinctement les différentes régions du corps.

Le bord antérieur A (Pl. II), fig. 2, ou front, que l'on nomme aussi bord interorbitaire, est légèrement incliné et peu saillant; il porte en son milieu deux petits rostres arrondis, régulièrement distants des orbites B.

Les orbites sont de moyenne grandeur, presque circulaires et peu écartés; la partie inférieure de leur contour est festonnée.

Les bords latéro-antérieurs C, c'est-à-dire ceux qui se trouvent entre les yeux et la saillie du test appelée angle latéral D, sont découpés en forme de festons, concaves par rapport à la position normale du crabe, et ces festons sont terminés à leurs extrémités par de petits tubercules qui, au lieu d'être spiniformes comme chez presque tous les Pseudocarcins, sont arrondis.

Les bords latéro-postérieurs E sont lisses et d'une longueur à peu près équivalente à celle des bords latéro-antérieurs; l'angle qu'ils forment avec le bord postérieur F est très ouvert.

Les sommets des deux angles latéraux se trouvent sur la ligne médiane qui séparerait le corps de l'animal dans le sens de sa largeur; ces deux angles latéraux présentent une saillie oblique, très prononcée, qui empiète environ de 0,01 sur les régions branchiales de la carapace.

Le bord postérieur a une largeur équivalente à celle du bord antérieur.

La partie postérieure de la carapace (Pl, II), fig. 1, est elle-même extrêmement bien définie.

Le cadre buccal A ne porte trace que de cinq articles, trois à l'une des pattes-mâchoires et deux à l'autre.

L'épistome manque, ce qui laisse apercevoir un petit appendice sous-frontal B, dont les extrémités s'étendent jusqu'aux régions ptérygostomiennes C : ces régions, situées de chaque côté du cadre buccal, sont assez bien développées; c'est contre elles que viennent s'appliquer les pattes-pinces du crabe lorsqu'il est au repos.

Le plastron sternal D s'étend depuis la partie inférieure du cadre buccal jusqu'au deuxième anneau thoracique E; il est à peu près aussi long que large et présente six sillons, dont quatre sont parfaitement prononcés; ces sillons viennent se réunir en un même point du plastron plus rapproché de la bouche que du deuxième anneau thoracique. — Le sillon médian, contre lequel vient s'appuyer l'abdomen, est très profond, ce qui fait voir que ce devait être un sujet mâle.

L'échantillon ne présente que les deux anneaux thoraciques cor-

respondant aux deux premières pattes ambulatoires F; les sutures de ces anneaux sont presque transversales et viennent se réunir sur une même ligne au sillon du plastron sternal.

Les deux pattes ambulatoires ne présentent chacune que leur premier article (hanche), c'est-à-dire celui qui se lie au plastron sternal par l'intermédiaire d'une petite pièce nommée pièce épisternale.

Les pattes antérieures (pinces) (Pl. II), fig. 3, 4, 5, 6, ou pattes de la première paire, sont inégales, grosses, bien développées et disposées de façon à pouvoir s'appliquer contre les régions ptérygostomiennes (c'est d'ailleurs dans cette position qu'a été trouvé l'échantillon).

La fig. 1 (Pl. II) présente les quatre premiers articles de la plus grosse des deux pattes-pinces, c'est-à-dire celle qui est vue dans les deux sens, fig. 3, 4; elle présente également les deux premiers articles de l'autre pince et la naissance de la troisième.

La pince vue fig. 3, 4, porte à son doigt non mobile A, seulement deux tubercules B, C très forts; le premier de ces tubercules B, qui est beaucoup plus développé que l'autre, est sinueux à sa partie supérieure; le doigt mobile D porte également deux tubercules E, F, dont le premier est aussi plus développé que le suivant, mais ce développement est moindre que dans le doigt non mobile.

Le corps de la pince ou métacarpe G est assez globuleux et permet de voir, en H, la cavité où vient s'insérer le condyle articulaire A, fig. 9, fixé au carpe ou poignet.

L'autre pince, fig. 5, 6, présente un article de plus que la précédente; cet article est le carpe ou poignet D, fig. 5; il porte sur son bord antérieur une forte saillie E, spiniforme, suivie elle-même sur le côté postérieur de la pince de deux petits mamelons peu développés et très visibles, ainsi que la saillie citée plus haut fig. 9 en B, C, D, sur une portion du carpe appartenant à la pince représentée fig. 3, 4.

Les tubercules des deux doigts sont beaucoup moins saillants que dans la pince précédente; le doigt non mobile A de cette pince a une disposition un peu différente de celui de l'autre: d'abord le premier tubercule est très peu sinueux; puis, immédiatement après lui, la surface interne de ce doigt s'infléchit et ne présente pas de tubercule sensible.

L'abdomen, fig. 7, est étroit et ne laisse apercevoir que cinq articles; la pièce terminale manque complétement; la petite largeur de cet abdomen est un second indice pouvant servir à constater que ces différents échantillons appartenaient à un sujet mâle.

Nous possédons également un fragment de patte ambulatoire, fig. 8, présentant la réunion de deux portions d'articles; ce sont probable-

ment les deuxième et troisième articles que l'on désigne sous les noms de trochanter A, ou exinguinal, et de cuisse B ou de fémoral.

L'espèce vivante dont se rapproche le plus ce fossile, tant pour l'ensemble de la carapace que pour la disposition des pinces et même pour la taille, est sans contredit le *Pseudocarcinus Rumphii*, M. Edw., tome Ier, page 408. Syn. *Cancer Rumphii*, Fabr., Herbst.

De même que chez ce crustacé il a les pattes antérieures très développées, globuleuses; de plus, les pattes ambulatoires ne sont aucunement comprimées, ce qui indique un individu éminemment côtier.

Il diffère du *Pseudocarcinus Rumphii* en ce que les régions sont un peu mieux marquées que chez celui-ci, et, à ce premier examen, on pourrait le rapprocher des Xanthes, le ranger même parmi ces crabes, si ses autres caractères ne le rapprochaient aussi précisément des Pseudocarcins. Enfin, il en diffère par son caractère spécifique que nous avons énoncé dans notre diagnose, c'est-à-dire qu'au lieu de porter à ses bords latéro-antérieurs des dents, dont le nombre varie de quatre à cinq, il porte de petits tubercules à l'extrémité de festons, dont le nombre varie de huit à dix.

Comme on peut le voir, il y a donc un très grand rapport entre ces deux espèces, particulières à des époques si différentes; ce rapport est d'autant plus intéressant à constater, qu'il existe entre deux sujets ayant vécu, l'un pendant l'époque tertiaire, lors de l'apparition des brachyures (1), l'autre vivant à l'époque actuelle, époque de leur maximum de développement.

Explication de la Planche II.

Fig. 1. — Partie postérieure de la carapace.

A. Cadre buccal.
B. Appendice sous-frontal.
C. Régions ptérygostomiennes
D. Plastron sternal.
E. Anneau thoracique.
F. Naissance de patte ambulatoire (hanche).

Fig. 2. — Partie antérieure de la carapace.

A. Front.
B. Orbites.
C. Bords latéro-antérieurs.
D. Angles latéraux.
E. Bords latéro-postérieurs.
F. Bord postérieur.

---

(1) On n'en a pas encore rencontré dans des terrains plus anciens que les terrains tertiaires.

Fig. 3 et 4. — Patte de la première paire (côté droit) vue dans les deux sens.

A. Doigt non mobile.
B, C. Tubercules de ce doigt.
D. Doigt mobile.
E, F. Tubercules de ce doigt.
G. Métacarpe.
H. Cavité glénoïde du métacarpe.

Fig. 5 et 6. — Patte de la première paire (côté gauche) vue dans les deux sens.

A. Doigt non mobile.
D. Carpe.
E. Saillie placée sur le bord interne du carpe.

Fig. 7. — Fragment d'abdomen montrant les cinq premiers articles.

Fig. 8. — Fragment de la patte ambulatoire.

A. Trochanter ou exinguinal.
B. Cuisse ou fémoral.

Fig. 9. — Débris du carpe appartenant à la pince (fig. 3, 4).

A. Condyle articulaire du carpe.
B. Saillie placée sur le bord interne du carpe.
C, D. Tubercules de la surface interne du carpe.

M. Hébert donne lecture, au nom de l'auteur, du mémoire suivant :

Études géologiques dans le département du Haut-Rhin, par M. J. Kœchlin-Schlumberger.

II. ENVIRONS DE BELFORT.

Belfort et ses environs immédiats offrent à l'étude de la géologie stratigraphique un des points les plus intéressants. Les escarpements naturels que présentent les hauteurs de la Miotte et du fort Justice, et les travaux qui y ont été faits pour les fortifications, ont mis à découvert l'intérieur des couches et permettent ainsi de reconnaître leurs relations et leurs restes organiques. D'autres circonstances ont favorisé cette localité en mettant à nu certaines couches du jurassique les plus riches en fossiles. Les formations jurassiques de Belfort, avec leurs subdivisions, sont, par leurs caractères minéralogiques et paléontologiques, peu différentes de celles de la partie N.-O. des monts Jura. Elles paraissent donc avoir été déposées dans le même bassin ; les strates de ces formations ont la même direction que celles du Jura : cela autorise-t-il à conclure que leur redressement est dû aux mêmes causes et qu'il est contemporain avec une de

ces dislocations assez nombreuses que, d'après M. Studer (1), le Jura aurait subies? Il est difficile de répondre dans l'état actuel de nos connaissances, où il y a encore très peu de certitude sur le nombre et l'âge des soulèvements qui ont donné au Jura sa forme actuelle. D'après ce que j'ai pu observer, la direction N.-E.-S.-O. du jurassique des environs de Belfort se continue non-seulement du lias inférieur jusqu'au kimmeridgien, mais cette allure est aussi celle des terrains plus anciens, comme le muschelkalk, le grès bigarré, le grès vosgien et le grès rouge, qu'on voit entre Chenebiez et Chagey reposer en stratification discordante sur les calcaires, les conglomérats et les schistes du terrain de transition. La direction du grès bigarré dans les carrières d'Offemont est la même; d'un autre côté, la coupe EE de M. Thirria (2) montre que la même série de terrains vient s'appuyer vers le N.-O., avec un plongement inverse, au massif du terrain de transition; la ligne anticlinale du soulèvement serait donc à placer au milieu de ce massif même. L'angle d'inclinaison des couches jurassiques est assez irrégulier.

Nous avons vu, dans une précédente étude, que les strates du kimmeridgien sont presque verticales et même renversées à Roppe. A Belfort, l'angle varie de 18 à 35 degrés; mais il diminue par degrés en se dirigeant vers le S.-E., de manière à n'être plus que de 6 ou 7 degrés dans les carrières de Perouse. Ainsi cette inclinaison, formant une ligne infléchie de 12 kilomètres de longueur, diminue à mesure qu'on s'éloigne du centre du soulèvement.

J'ajouterai ici qu'on pourrait à la rigueur chicaner sur la discordance annoncée entre le terrain de transition et ceux plus récents; en effet, la direction de cette ancienne formation est tantôt N.-E. vers S.-O., tantôt N. vers S. A l'extrémité N.-O. de la coupe, à travers le massif de transition, à l'endroit appelé la Petite-Fréchotte, le schiste très fissile suit la première de ces allures; à l'extrémité S.-E., le calcaire de la grotte de la Balme est dirigé de même, tandis que, sur deux points intermédiaires, le conglomérat au S.-E. de la Petite-Fréchotte et le calcaire de la carrière de la Revenue, c'est la seconde direction qui existe; d'ailleurs, les angles dont ces couches sont relevées sont toujours considérables et varient de 50 à 90 degrés. D'après cela, et d'après la circonstance que ce massif de terrain de transition occupe le point le plus élevé de la contrée et n'est pas recouvert par les dépôts les plus récents, il ressort que ce terrain a dû

---

(1) *Geologie der Schweiz*, t. II, p. 210.
(2) *Statistique de la Haute-Saône.*

être soulevé une première fois avant le dépôt du grès rouge et une seconde fois probablement avant l'époque tertiaire.

Les hauteurs qui environnent Belfort, comme la Miotte et le fort Justice et celle qui est dominée par le château, ont généralement le côté qui regarde le N.-O. escarpé, tandis que le côté S.-E. s'abaisse en pente douce. Abstraction faite de la direction du plongement, qui peut avoir eu son influence sur cette disposition, ne pourrait-on pas attribuer cette circonstance aux couches des marnes du lias moyen et aux marnes oxfordiennes qui, là où elles venaient affleurer à la surface du sol, ont été détruites et enlevées par les courants diluviens, et ont laissé pour résultat les dépressions que nous voyons aujourd'hui. Dans cette manière de voir, la gorge qui forme aujourd'hui la porte du vallon répondrait aux marnes oxfordiennes. On voit un effet analogue continué sur une assez grande étendue sur le flanc O. de la Forêt-Noire. Quand on suit à mi-côte le chemin de Badenweiler jusque près de Fribourg, on marche souvent dans des courbes, ayant à sa gauche des hauteurs escarpées ou des tertres en grande oolithe couronnés d'anciens châteaux, comme le Kastelberg, le Staufen, etc., et à sa droite des assises de grès vosgien ou de grès bigarré avec quelques lambeaux de muschelkalk, ou bien encore le terrain de transition.

On reconnaît dans plusieurs de ces combes le lias, comme par exemple au Bœgelhof, près Badenweiler. Il est évident qu'ici ces dépressions plus ou moins profondes répondent à la place qu'occupaient les marnes du lias et peut-être aussi les marnes du keuper.

Le massif formé par la Miotte et la hauteur du fort Justice, avec son prolongement au delà de Perouse, offre tous les étages jurassiques depuis le lias inférieur jusqu'au kimmeridgien. Le flanc N.-O. de la Miotte a une pente de 29 degrés dans sa partie supérieure; ici les roches affleurent et montrent les têtes des bancs, ainsi que dans les murs et le fossé extérieur des fortifications. La partie inférieure n'a plus que 10 degrés de pente et même encore moins près des bords de l'étang, où elle expire; cette partie inférieure est généralement couverte de gazon et offre peu de facilité au géologue. En regardant à certaine distance du N.-E. ou du S.-E., ces deux pentes semblent faire intersection à un point précis, d'accord sans doute avec le degré d'altérabilité des roches au-dessus et au-dessous de cette limite. Ce flanc N.-O. est du reste constitué par le jurassique inférieur, y compris l'oolithe subcompacte, dont il montre encore les assises les plus inférieures. Ce terrain est régulièrement stratifié et plonge de 30 degrés environ vers le S.-E.

On ne voit pas le lias en place; mais on en trouve les fossiles, soit

sur les bords, soit dans le ruisseau même qui sort de l'étang de la forge, dont il forme le trop-plein. J'ai reconnu ici des espèces appartenant aux deux étages inférieurs du lias, tels que *Ostrea arcuata, Belemnites niger, Rhynchonella variabilis*. On voit chez des amateurs de la ville de Belfort des exemplaires bien conservés et assez nombreux de l'*Ammonites margaritatus*, Montf. Il paraît qu'on les rencontre avec d'autres fossiles de cette division supérieure du liasien dans l'étang de la Forge quand ses eaux sont détournées; quant à moi, j'ai inutilement consacré avec mon savant ami, M. Pierre Merian, une demi-journée pour trouver un affleurement de liasien, en croisant en tous sens dans la dépression qui existe au N. et au N.-E. de l'étang de la Forge, en poussant jusqu'à Vetrigny. Dans cette course cependant, nous avons découvert, à dix minutes E. de ce village, sur le flanc E. d'une petite éminence, une fouille pratiquée dans le lias inférieur et dans laquelle nous avons trouvé les fossiles suivants : *Ostrea arcuata*, d'Orb., *Lima gigantea*, Desh., *Pentacrinus scalaris*, *Rhynchonella variabilis*, d'Orb., des Bélemnites.

Bajocien.

Je reviens à la Miotte : ses assises inférieures consistent en une roche grise finement grenue, ressemblant beaucoup à un grès; elle affleure peu, et les fossiles y sont rares; je n'y ai rencontré qu'un Pecten lisse. J'évalue cette assise à 60 mètres de puissance; elle supporte une couche de 16 mètres environ, ayant des caractères minéralogiques analogues; mais elle est d'une couleur plus foncée, moins homogène, à surface très rugueuse et tourmentée, présentant beaucoup de places ocreuses; cette couche est caractérisée par un assez grand nombre de *Lima proboscidea* mal conservées; elle renferme en outre d'autres fossiles. Une assise colorée uniformément de jaune d'ocre, ayant plus franchement les caractères d'un grès, y est intercalée; cette assise est peu épaisse et ne renferme aucun fossile; la roche en est homogène, mais moins dure et moins tenace que la précédente. La roche grise se dissout avec une vive effervescence dans l'acide chlorhydrique; elle laisse un dépôt assez abondant d'un gris cendré foncé qui paraît être silico-argileux; je n'ai pu y apercevoir, même à l'aide d'un fort grossissement, aucun grain de quartz; seulement j'y ai vu un petit squelette siliceux provenant d'un fragment de pinna. La roche jaune contient beaucoup moins de calcaire, l'acide en dissout seulement le tiers ou tout au plus la moitié et laisse pour résidu un sable quartzeux blanc, coloré en jaune d'ocre par une petite quantité d'argile ferrugineuse.

Au-dessus de ces assises se trouve une couche de 1 mètre environ de puissance, de la même roche, mais caractérisée par des concrétions ferrugineuses et par des fossiles particuliers différant de ceux des assises inférieures ou supérieures; ces concrétions sont usées, plates ou arrondies; leur diamètre varie de quelques millimètres jusqu'à 11 centimètres; leur surface est enduite d'une couche de fer hydroxydé luisante, leur intérieur est composé d'un grès jaune verdâtre d'un grain très fin renfermant quelques paillettes de mica; il est traversé par des veinules de fer hydroxydé, et offre quelquefois de petites oolithes de la même substance et de formes irrégulières.

Superposées à ces concrétions, on voit des assises de différente nature qui, réunies jusqu'à leur jonction au calcaire à polypiers, dont il sera question plus loin, présentent une épaisseur de 26 mètres. La couleur de ces assises varie du bleu au gris : tantôt elles sont constituées par des marnes, tantôt par des schistes, ou bien encore par des roches compactes, tenant le milieu entre celles que nous venons de décrire et le calcaire à polypiers. Ces assises sont caractérisées par des fossiles particuliers, mais renfermant toujours la *Lima proboscidea* et quelques autres fossiles des couches inférieures. Elles supportent le calcaire à polypiers, puissant de 9 mètres environ et bien différent sous tous les rapports des assises inférieures; la roche en est lumachellique, subcompacte; les fossiles consistant principalement en polypiers, parmi lesquels l'*Isastræa Bernardana* domine, sont nombreux, mais plutôt en individus qu'en espèces : ils sont convertis en calcaire grenu ou en spath, et souvent aussi ils sont silicifiés. Cette roche, dissoute dans l'acide chlorhydrique, laisse sur le filtre un très faible dépôt argileux, mais un grand nombre de petits fragments de fossiles passés à l'état siliceux.

Au-dessus de ce calcaire à polypiers, la roche devient oolithique : c'est l'oolithe subcompacte de M. Thurmann, mélangée quelquefois avec une pâte à fossiles triturés ou alternant même avec des bancs dont la roche devient par places une véritable grande oolithe. Cette assise s'élève du côté N.-O. jusqu'à la cime de la Miotte; on peut la poursuivre dans le fossé qui limite au N.-E. les fortifications de la Miotte, où elle rencontre une couche marneuse de 2 mètres qui représente sans doute ici les marnes vésuliennes ou à *Ostrea acuminata*. Cette assise, une des plus puissantes de notre coupe, a une épaisseur d'environ 19 mètres et renferme quelques fossiles. En descendant le fossé dont je viens de parler vers le S.-E., on suit les couches de bas en haut, et, à 36 mètres de la première couche marneuse, on en trouve une seconde de 1 mètre à $1^{m},50$ d'épaisseur, sans aucun fossile. La roche entre les deux marnes est tantôt une oolithe sub-

compacte, tantôt une lumachelle ou encore un mélange des deux.

Il paraît d'après cela très probable que ces deux couches marneuses, avec les roches qui y sont enclavées, constituent ici le terrain des marnes vésuliennes ou à *Ostrea acuminata*. Cette assise a une puissance de 12^{m},50. Les deux couches marneuses dont il est question ici sont constituées d'une manière fort irrégulière et sont plutôt un composé de marnes, de roche marneuse et de roche lumachellique. La marne, tout en existant sur toute la largeur des couches et occupant les espaces entre les roches solides, n'est cependant que l'accessoire dans ce mélange et offre rarement plus de quelques centimètres d'épaisseur; elle disparaît quelquefois presque complétement, ou du moins s'atténue beaucoup, pour ensuite reparaître un peu plus loin dans le prolongement des couches. La couleur de ces couches est d'un gris cendré; mais il y a aussi des parties de couleur jaune d'ocre qui sont répandues comme de grosses taches et sans suivre le parallélisme de la stratification. Les fossiles, dont quelques-uns, comme le *Lima proboscidea*, le *Lima punctata*, un *Cidaris*, sont très abondants et se rencontrent dans la roche marneuse et celle qui est lumachellique; il n'y en a point dans la marne même. La partie de la roche marneuse qui est de couleur grise paraît se décomposer à l'air et se couvrir d'une efflorescence blanche, comme si elle contenait du sulfure de fer passant à l'état de sulfate.

Fossiles appartenant à cette coupe.

Couches à Lima proboscidea.

Ammonites Gervillii, Sow. (d'Orb. 137, sous le nom d'*A. Brongniartii*, Sow.).
Panopæa.
Pholadomya.
Trigonia clavellata, Park.
Unicardium cognatum, d'Orb.
Pinna.
Lima proboscidea, Sow.
— *punctata*, Desh.
Avicula inæquivalvis, Sow.
Gervillia Zieteni, d'Orb.
Pecten disciformis (1), Schub.
Pecten textorius (2), Schlot.
— *lens* (3), Sow.
Ostrea acuminata, Sow.
— *Marshi* (4), Sow.
— *explanata*, Goldf.
— *gregaria*, Sow.
Rhynchonella concinna, d'Orb.
Hemithiris spinosa, d'Orb.
Cidaris horrida, Mer.
Serpula socialis, Goldf.
— *flaccida*, Goldf.
Entalophora Tessonii, d'Orb.

(1) Voyez note A.
(2) Voyez note B.
(3) Voyez note C.
(4) Voyez note D.

Couches à concrétions ferrugineuses.

Belemnites brevis, Blainv.
Pleurotomaria armata, Münst.
— *conoidea*, Desh.
— *subreticulata*, d'Orb.
Panopæa Jurassi, d'Orb.
Pholadomya obtusa, Sow.
Lyonsia.
Isocardia ?
Astarte excavata, Sow.
— *detrita*, Goldf.
Trigonia costata, Park. (1).
— *duplicata*, Sow.
Arca sublineata, d'Orb.
Myoconcha.
Mitylus bipartitus, Sow.
— *Sowerbyanus*, d'Orb. (2).
— petit, recouvert de stries rayonnantes.
Lima punctata, Desh.
— *gibbosa*, Sow.
— à fortes côtes rayonnantes.
— à fortes côtes rayonnantes, mais fortement bombée.
Avicula inæquivalvis, Sow.
Pinnigena.
Pecten textorius, Münst.
— *disciformis*, Schub.
— *lens*, Sow.
— à côtes rayonnantes fines.
Ostræa Marshi, Sow.
— lisse.
Rhynchonella quadriplicata, d'Orb.
Terebratula perovalis, Sow.
Serpula flaccida, Goldf.

Assises variées entre les couches à concrétions ferrugineuses et le calcaire à polypiers.

Belemnites giganteus, Schlot.
— *acutus*, Mill.
Nautilus striatus, Sow. (3).
Ammonites Murchisonæ, Sow.
Chemnitzia lineata ? Sow.
Lima proboscidea, Sow.
— *duplicata*, Sow.
Avicula inæquivalvis, Sow.
Gervillia Zieteni, d'Orb.
Pinnigena.
Ostrea acuminata, Sow.
Terebratula lisse.
Pentacrinus scalaris, Goldf.

Calcaire à polypiers.

Belemnites unicanaliculatus, Hart.
Chemnitzia.
Trochus.
Panopæa subelongata, d'Orb.
Lyonsia recurva ? d'Orb.
Trigonia costata, Park.
Arca.
Lima punctata, Desh.
Pinnigena.
Pecten textorius, Münst.
— *velatus*, Goldf. (4).
Ostrea Marshi, Sow.
Cidaris.
Pentacrinus scalaris, Goldf.
Thamnastrea fungiformis, M. Edw. et H.
— *Terquemi*, M. Edw. et H.

---

(1) Voyez note E.
(2) Voyez note F.
(3) Voyez note G.
(4) Voyez note H.

Isastrea Bernardana, M. Edw. et H.
Montlivaltia sarthacensis? M. Edw. et H.
Thecosmilia indéterminable.
Agaricia.
Plusieurs autres polypiers.

Couche entre le calcaire à polypiers et l'oolithe franchement subcompacte.

Chemnitzia.
Lima.
Pecten lens, Sow.
Pecten lisse.
Terebratula orbicularis? Sow.
Clypeus angustiporus, Ag.

Couches marneuses à Ostrea acuminata.

Mitylus asper, d'Orb.
Lima punctata, Desh.
— *proboscidea*, Sow.
— *striatula*, Münst.
Ostrea acuminata? (1), Sow.
— *gregaria*, Sow.
Terebratula Theodori? d'Orb.
— *intermedia?* Sow.
Cidaris, pointes très longues, cylindriques, ayant de l'analogie avec *C. baculifera*, Ag.

Bathonien.

A Belfort, cet étage ne se sépare pas nettement du bajocien, car il y a d'abord la complication qu'au-dessous de la grande oolithe on

---

(1) M. d'Orbigny, dans son *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques*, t. II, p. 478, comprend les *marnes vésuliennes* de M. Marcou dans le bajocien, et les *marnes à Ostrea acuminata* de M. Thurmann dans le bathonien. Or, d'après M. Marcou, ces deux étages sont identiques; ils sont dans tous les cas et d'après les deux auteurs placés au-dessous de la grande oolithe, et caractérisés par le grand développement de l'*Ostrea acuminata*. Cette dernière espèce est cependant dans le bathonien du *Prodrome*.

J'ajoute que l'incertitude de savoir à laquelle des grandes divisions du bajocien ou du bathonien appartiennent les marnes vésuliennes de M. Marcou, augmente quand on voit la répartition dans le *Prodrome* des espèces que ce dernier a citées pour cet étage (*Recherches géologiques sur le Jura salinois*). Les 23 de ces espèces que nous retrouvons dans le *Prodrome* y sont ainsi classées.

1 dans le toarcien, 10 dans le bajocien, 9 dans le bathonien, 3 dans le callovien.

On chercherait en vain à expliquer un pareil résultat par un désaccord dans la détermination des espèces avec des savants comme MM. d'Orbigny et Marcou, avec des espèces généralement bien connues, cela ne peut être. Mais si l'on voulait une bonne fois admettre qu'un assez grand nombre d'espèces jurassiques se rencontrent à la fois dans plusieurs étages, toute la difficulté sera levée.

trouve deux couches marneuses séparées par 10 mètres de roches oolithiques subcompactes, de manière que les marnes vésuliennes alterneraient avec la roche oolithique inférieure ; en second lieu, au-dessous de l'oolithe subcompacte qui est sous-jacente aux couches marneuses, il apparaît à plus de 10 mètres de la marne inférieure une grande oolithe qui, minéralogiquement, ne présente à certaines places presque aucune différence avec la roche immédiatement au-dessous du Bradford-clay ; si les oolithes n'y étaient pas un peu, mais très peu, moins détachées, il y aurait identité complète ; il y a un banc dont la roche est analogue, mais un peu plus compacte, au pied de la tour de la Miotte ; ici les oolithes sont rondes, d'un diamètre égal, très régulières, et les vides en sont remplis par du calcaire spathique.

A la Miotte, la séparation entre le bajocien et le bathonien se ferait donc mieux à la limite supérieure du calcaire à polypiers, dont tous les caractères sont bien tranchés avec ceux de la roche qui le supporte.

Le bathonien ainsi circonscrit, c'est-à-dire limité par le bas par les marnes vésuliennes, par le haut par l'oolithe sous-oxfordienne ou le callovien, se divise à Belfort, dans tout le Haut-Rhin et dans une grande partie des monts Jura, en deux assises distinctes, qui sont : 1° la grande oolithe, 2° le Bradford-clay. La première, réunie quelquefois à l'oolithe subcompacte, est le seul des étages jurassiques qui, au N. de Belfort, sur le flanc E. des Vosges, présente quelque importance.

La grande oolithe affleure en plusieurs points des environs de Belfort ; on la voit dans une carrière entre Roppe et Belfort, qui se trouve à côté d'une maison isolée, au N.-O. de la route impériale ; on la voit également au S.-E. de cette route en face de ladite maison ; mais où on peut le mieux l'étudier, c'est dans le fossé au N.-E. de la Miotte, dont j'ai déjà parlé. Ici cette assise suit immédiatement dans le haut la couche supérieure de marne et est recouverte par le Bradford-clay ; ses bancs sont régulièrement stratifiés, inclinés de 30° à 32° vers le S.-E., formés d'une roche solide franchement oolithique à oolithes régulières et bien détachées (1) de la grosseur d'un demi-

(1) J'ai remarqué à la Miotte que la différence entre la roche de la grande oolithe et celle de l'oolithe subcompacte qui lui est inférieure n'est le plus souvent due qu'à l'adhérence plus ou moins forte des grains oolithiques à la pâte. En effet, dans beaucoup de variétés de la roche subcompacte, les grains sont aussi serrés et aussi réguliers que dans celle de la grande oolithe ; seulement, à la cassure, les grains se brisent en même temps que la pâte et montrent leur coupe formée de

millimètre, de couleur claire, quelquefois rosée à l'intérieur et ocreuse sur les plans de stratifications et les fentes; les fossiles y sont peu nombreux et mal conservés. Cette roche se dissout presque en entier dans l'acide hydrochlorique, elle laisse un faible dépôt jaune d'ocre composé principalement de fer hydroxydé. La puissance de cette assise est de 19 mètres. Dans la carrière près de la maison isolée, la roche est composée d'oolithes plus grandes et qui ont un millimètre de diamètre.

Le Bradford-clay occupe, dans le Haut-Rhin et dans la partie N.-O. des monts Jura, la même position qu'à Bath et à Bradford ; il est superposé immédiatement et avec concordance de stratification à la grande oolithe, qu'il accompagne presque toujours. A Belfort, ce terrain est marneux, de couleur ocreuse, mais moins vive que celle du terrain callovien qui le suit immédiatement ; il a généralement peu d'épaisseur et renferme des fossiles caractéristiques nombreux, quant aux individus, mais non quant aux espèces. On trouve ce terrain au pied de la pente S.-E. de la Miotte et des hauteurs qui la continuent vers N.-E., et à peu près parallèlement à la route impériale jusque près des Errues. C'est à quelque 100 mètres au S.-O. de ce hameau, dans une fouille à côté de la route, que ce terrain est le mieux développé. La partie inférieure de cette assise offre dans cette localité un grand nombre des fossiles habituels du Bradford-clay comme *Pholadomya Murchisoni*, Sow., *Hemithiris spinosa*, d'Orb., *Rhynchonella Zieteni*, d'Orb., *Terebratula intermedia*, Sow.; la partie supérieure paraît déjà appartenir par les fossiles qu'elle renferme à l'oolithe sous-oxfordienne, ou former du moins un passage à cette dernière. Ces fossiles sont: *Trigonia clavellata*, Park., *Pecten fibrosus*, Sow., *Gervillia aviculoides*, Sow., et *Pecten disciformis*, Schub., dont les deux derniers très abondants. Cette superposition des deux étages se fait ici insensiblement, à stratification concordante et sans changements bien notables dans les caractères minéralogiques de la roche. Nonobstant ces dernières circonstances, il convient de faire dominer ici l'âge indiqué par les restes organiques et attribuer l'assise supérieure au callovien.

Fossiles de la grande oolithe.

Lima proboscidea, Sow.	*Pecten vagans*, Sow.
— *rigidula*, Phill.	*Serpula socialis*, Goldf.

---

couches concentriques, tandis que dans la grande oolithe les grains, moins liés à la pâte, s'en séparent et restent entiers.

Fossiles du Bradford-clay.

Ammonites arbustigerus, d'Orb., 32 centimètres de diamètre.
Pholadomya Murchisoni, Sow.
Lucina.
Mitylus.
Ostrea costata, Sow.
Rhynchonella concinna, d'Orb.
— *Zieteni*, d'Orb.
Hemithiris spinosa (1), d'Orb.
Terebratula intermedia, Sow.
Serpula plicatilis, Münst.
Bivalves indéterminables.

Oolithe sous-oxfordienne de M. Thurmann, callovien de M. d'Orbigny.

Ce terrain est généralement peu développé dans le N.-O. des monts Jura et dans le Haut-Rhin ; il est cependant très bien caractérisé et se reconnaît facilement par sa constitution minéralogique et par ses fossiles. A Belfort, cette assise, en partie marneuse, est trop peu puissante pour constater sa stratification ; mais il n'y a pas à douter qu'elle ne suive l'allure des terrains dans lesquels elle est intercalée et qui ont ici l'inclinaison vers S.-E.

La roche solide présente deux variétés principales :

1° Un grès fin, gris, jaunâtre, avec taches fortement ocreuses; ses surfaces extérieures sont également de cette couleur ; il prend quelquefois une couleur bleue assez intense et paraît alors augmenter en dureté ;

2° Une pâte un peu marneuse, peu dure, de couleur jaunâtre, renfermant des grains de fer hydroxydé, groupés et abondants dans certaines places, rares ou absents dans d'autres. Les surfaces exposées aux agents atmosphériques sont généralement plus fortement coloriées que celles des cassures fraîches.

On peut voir ce terrain sur la pente du glacis, au N.-E. de la Miotte ; il est intercalé là entre le Bradford-clay et les marnes oxfordiennes, et se trahit par sa couleur ocreuse plus intense que celle du Bradford-clay ; mais il est plus développé sur les bords N.-O. de l'ancien étang de Moèche, aujourd'hui desséché. Un fossé d'écoulement pratiqué en cet endroit a mis ce terrain à nu et ouvert ainsi une assez riche mine de pétrifications. Entre la Miotte et le fossé de l'étang de Moèche, il existe sous la route impériale où des trous creusés pour la plantation d'arbres l'ont fait apparaître; il se termine vers N.-E. à la fouille des Errues, dont j'ai déjà parlé.

---

(1) Voyez note J.

Voici les espèces que des visites répétées m'ont procurées :

Belemnites hastatus, Blainv.
Nautilus hexagonus, Sow.
— *subsinuatus*, d'Orb. (1).
Ammonites discus, Sow.
— *macrocephalus*, Schloth. (2).
— *subbakeriæ*, d'Orb.
— *anceps*, Rein.
— *hecticus*, Hoen.
— *pustulatus*, Haan.
— *coronatus*, Brug.
— *Jason*, Ziet.
— *Duncani*, Sow.
— *Lamberti*, Sow.
Pleurotomaria (moules).
Trochus (moules).
Rostellaria (moules).
Panopæa Brongniartina, d'Orb.
Pholadomya carinata, Goldf.
Gresslya, Ag. (*Lyonsia*, d'Orb.).
Trigonia costata, Park.
— *clavellata*, Park. (3).
Isocardia minima, Sow.
Cardium subdissimile ?, d'Orb.
Mitylus gibbosus, d'Orb.
— *asper*, d'Orb. (4).
Lima proboscidea, Sow.
Avicula inæquivalvis, Sow. (5).
Inoceramus très rapproché de la figure 5 du tabl. 108, Goldf.
Gervillia aviculoides, Sow.
Pecten velatus, Goldf.
— *fibrosus*, Sow.
— *disciformis*, Schub.
Ostrea sandalina, Goldf.
— *gregaria*, Sow. (6).
Rhynchonella concinna, d'Orb. (7).
Terebratula intermedia, Sow.
— *pala*, de Buch.
— *coarctata*, Sow. (8).
Dysaster ellipticus, Ag.
Pygurus depressus ? Ag.
Holectypus depressus, Ag.
Cidaris spatula, Ag., corps et piquants.
Millericrinus echinatus, d'Orb.
Vertèbres de sauriens.
Dent plate de poisson.
Serpula.

Marnes oxfordiennes, Thurm. (9).

Cette formation, bien plus puissante que la précédente dans les monts Jura et le département du Haut-Rhin, paraît reposer en stratification concordante sur l'oolithe sous-oxfordienne ou callovien, dont elle se sépare bien nettement surtout par les caractères minéralogiques; elle est constituée par une marne bleue, riche en fossiles, surtout en petites Ammonites pyritisées, et manque rarement dans la série des couches jurassiques. Tous les géologues qui ont traité des monts

(1) Voyez note K.
(2) Voyez note L.
(3) Voyez note M.
(4) Voyez note N.
(5) Voyez note O.
(6) Voyez note P.
(7) Voyez note Q.
(8) Voyez note R.
(9) Voyez note S.

Jura en ont parlé ; il est donc inutile de m'en occuper ici plus au long.

Le principal affleurement de cette assise à Belfort se trouve à gauche et à droite de la route impériale, un peu avant d'entrer par le N.-E. dans la porte du vallon ; on en voit aussi des lambeaux, indiqués par de petites éminences, à l'E.-N.-E. de ce point entre la route et l'ancien étang de Moèche. Enfin, on rencontre ce terrain près des Errues, où les fouilles dont j'ai déjà parlé ont été creusées pour extraire les marnes oxfordiennes qui servent d'amendement. A la porte du vallon, il y a cela de particulier que les talus, des deux côtés de la route, chacun de 2 à 2 1/2 mètres de haut, formés par cette marne, ne renferment aucun reste organisé, tandis que le glacis, qui touche la route au N.-O., est rempli de petits fossiles; il paraît donc que ces derniers sont réunis dans une couche peu épaisse qui, dans sa direction, suit celle du glacis C'est cette dernière place qui était, il y a peu d'années encore, une des mines les plus riches pour les collecteurs; elle était connue même des géologues allemands, puisque M. Quenstedt en parle en plusieurs endroits de ses publications. Aujourd'hui, tout cela est malheureusement changé; le talus du S.-E. de la route ayant été remplacé par un mur en maçonnerie, une certaine quantité de marne stérile en a été enlevée et a été répandue à 30 centimètres d'épaisseur sur le glacis en face, de manière que la couche à fossiles est enterrée.

Fossiles des marnes oxfordiennes à Belfort.

Belemnites hastatus, Blainv. (1).
— *giganteus*, Schloth.
Nautilus granulosus, d'Orb.
Ammonites Lamberti, Sow.
— *convolutus interruptus*, Quenst.
— *hecticus*, Hœn.
— *Duncani*, Sow.
— *Eugenii*, d'Orb.
— *bipartitus*, Ziet.
— *modiolaris*, d'Orb.
— *perarmatus*, d'Orb.
— *oculatus*, Bean.
Pleurotomaria.
Leda Moreana, d'Orb.
Nucula Calliope, d'Orb.
Arca subparvula, d'Orb.
Avicula inæquivalvis, Sow.
Pecten fibrosus, Sow.
Ostrea.
Terebratula pala, de Buch.
— *intermedia*, Sow.
Serpula.
Cidaris spinosa, Ag.
— *coronata*, Goldf.
Diadema superbum, Ag.
Pentacrinus pentagonalis, Goldf.
Millericrinus echinatus, d'Orb.
Aptychus.
Sphenodus longidens, Ag.

(1) Voyez note T.

Terrain à chailles.

Ce terrain est très développé dans les environs de Belfort; il s'y présente à peu près avec les mêmes caractères que dans la partie française des monts Jura. Les assises inférieures sont composées de marnes d'un gris jaunâtre, mélangées d'abord de rognons et fragments de roche marneuse ; puis cette dernière vient à dominer. Cette roche marneuse n'est pas homogène dans sa composition ; mais dans l'ensemble et en grand, elle est comme divisée par des parties marneuses, en feuillets ondulés, dont les surfaces sont très rugueuses. Cette roche a des parties dures, compactes, d'un gris-cendré foncé à la cassure fraîche, entremêlées d'autres parties marno-sableuses, de couleurs claires, souvent ocreuses, généralement de peu de consistance jusqu'à la pulvérulence. Les assises supérieures sont caractérisées par une abondance de polypiers. Le test d'un certain nombre de fossiles est passé à l'état de chaux carbonatée lamellaire accompagnée de spath brunissant; d'autres et la plupart sont, dans ce cas, silicifiés en tout ou en partie.

La stratification est régulière quant à la direction seulement; la pente des couches est variable : la puissance de ce terrain est de 60 mètres.

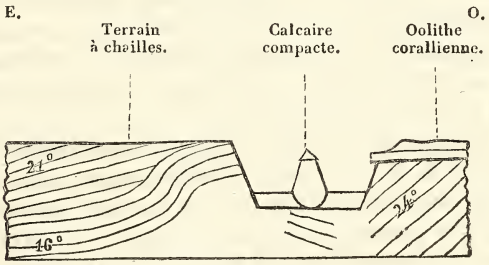
Les points principaux où ce terrain peut être observé sont :

1° Le fossé extérieur au N.-E. du fort Justice, 2° la tranchée pratiquée par le passage de la route impériale de Belfort à Bâle ; 3° le chemin couvert du fort Justice, et enfin 4° le chemin longeant le pied de la colline, sur la rive gauche de la Savoureuse, de Belfort à Danjoutin.

Quand, venant de la route de Cernay, on monte dans le fossé N.-E. extérieur du fort Justice, on marche d'abord sur la marne; puis vient la roche marneuse dans laquelle sont taillés les murs de l'escarpe jusqu'à l'angle N.-O. du premier bastion. A ce point, les couches plongent vers le S.-E. de 24 degrés : c'est ici que, superposé au terrain à chailles en stratification bien parallèle, on voit commencer une roche nouvelle : c'est une véritable oolithe corallienne, à oolithes petites, mais inégales en grosseur, à cassure rugueuse, parce qu'une partie des oolithes se détachent de la pâte. En considérant les tranches des couches de loin, on voit bien la différence de ces deux roches : celle oolithique est homogène, massive, exempte des trous et crevasses que produisent dans l'autre les parties marneuses ; ses plans de stratification, quoique existant, sont moins fortement accusés. En continuant de remonter dans le fossé, on trouve au milieu du deuxième bastion encore la roche oolithique ; ici les oolithes, plus

grandes que dans le premier échantillon, sont bien soudées avec la pâte, et il en résulte une cassure plus lisse et des arêtes tranchantes. A l'extrémité du deuxième bastion, le fossé, qui jusqu'ici s'est dirigé vers le S.-E., fait un coude et prend la direction vers l'E. Les bancs de la roche oolithique, qui ont régné avec l'allure indiquée jusqu'à l'extrémité du second bastion, sont interrompus ici par une faille, et un peu à l'E., au-dessous d'une petite tourelle qui est établie au milieu de la courtine, on trouve des bancs horizontaux d'une roche toute différente de celles observées jusqu'ici; elle est compacte, à grain très fin, cassure lisse un peu conchoïde, dure et fragile, ressemblant beaucoup au calcaire compacte du terrain astartien, tel qu'on est habitué de le voir dans les monts Jura et les environs de Belfort. Au delà et à l'E. de ces bancs horizontaux, après une nouvelle faille qui ne permet pas de bien comprendre les relations des différentes couches, on voit avec le nouveau bastion reprendre le terrain à chailles qui, après une faible inclinaison et après un double coude très prononcé, reprend l'allure de 16° vers S.-E., et un peu plus loin et à l'extrémité du fossé, cette pente s'augmente jusqu'à 21°. Ce terrain est parfaitement identique à celui qui se trouve dans la partie inférieure du fossé et à celui de tous les environs de Belfort.

Coupe à l'extrémité supérieure du fossé extérieur du fort Justice.



La disposition anormale des couches que fait voir la coupe, offre d'abord l'idée d'une faille qui aurait soulevé le terrain à chailles pour le porter au-dessus de l'oolithe corallienne, et même au-dessus du calcaire compacte qui, comme nous le verrons plus loin, est intercalé entre deux assises distinctes d'oolithe corallienne, dont celle qui forme les bastions du fort Justice est inférieure. L'examen que je vais faire d'une coupe à l'extrémité S.-O. du massif sur lequel repose le fort Justice, viendra à peu près confirmer cette opinion; mais cette perturbation dans les couches n'en restera pas moins un phénomène compliqué dont l'explication laissera beaucoup à désirer.

En partant du croisement des routes de Cernay et de Bâle, et en se dirigeant sur cette dernière vers S.-E., nous voyons d'abord des deux côtés de la route, mais plus développés à droite, de hauts talus en marne grise mêlée de fragments de roches solides, marne qui est celle qui constitue la base du terrain à chailles; à gauche, il paraît même exister au pied du talus un peu de marnes bleues appartenant aux marnes oxfordiennes qui viennent donc ici joindre le terrain à chailles. Après ces marnes, on entre dans une tranchée où des deux côtés les murs sont taillés à pic dans la roche solide mais marneuse du terrain à chailles. Cette roche montre dans sa stratification très nette la direction normale de N.-E. vers S.-O., mais l'inclinaison des bancs est variable et diminue assez promptement vers S.-E.; à droite, il y a une véritable faille où la pente passe de 16° à 10°; à gauche, le passage de 26° à 16° se fait graduellement. La coupe générale fait voir que l'inclinaison des couches jurassiques diminue du N.-O. au S.-E. Elle est de plus de 30° à la Miotte, et n'est plus que de 6° à Perouse. La plus forte diminution paraît avoir lieu dans l'épaisseur du terrain à chailles, et est peut-être en relation avec le dérangement dont nous avons parlé.

Dans la tranchée dans laquelle nous nous trouvons, le terrain à chailles continue jusqu'à l'angle presque droit qu'elle fait ici, pour se diriger un moment vers S.-O. On voit cela par le changement du *facies* des roches, qui deviennent de couleur plus claire, plus massives et plus homogènes. Ce point se trouve sur le prolongement de la limite des chailles avec le corallien, qu'on trouve au-dessus un peu au S.-E. du chemin couvert. Cette ligne de limite est à peu de chose près dans la direction du chemin couvert, c'est-à-dire S.-O. vers N.-E., et vers son extrémité N.-E. elle ne se trouve que peu en dedans de l'extrémité S.-E. du terrain à chailles soulevé, que d'après la coupe nous voyons exister dans le haut du fossé extérieur du fort Justice. Sur le plateau, de niveau à peu près, qui occupe la plus grande partie du mamelon du fort Justice, et qui est limité vers N.-E. par ce fort, au S.-E. par le chemin couvert, et au N.-O. par des escarpements, présente, dans les trois quarts de son étendue vers N.-E., l'affleurement de la roche oolithique des bastions, tandis que dans le quart S.-O. on ne voit que du terrain à chailles : la roche oolithique aurait donc bien moins d'épaisseur vers S.-O., où elle semble finir en coin. Il résulte de tout cela que la coupe au S.-O. du massif de la Justice s'étend à 60 ou 70 mètres plus au S.-E. que le premier bastion où commence à apparaître l'oolithe corallienne, sans montrer dans toute son étendue la moindre trace de cette roche; que dans cette coupe le terrain à chailles existe sans interruption et sans autre déran-

gement qu'une diminution un peu prompte de l'inclinaison ; qu'enfin la roche oolithique des bastions est entourée au S.-E. et au S.-O. du terrain à chailles, et se présente comme y étant incrusté. Le relèvement du terrain à chailles est donc, après tout, la seule explication raisonnable et possible ; un autre argument en faveur de cette manière de voir, c'est que sans comprendre la partie du terrain à chailles qui, dans le fossé du fort Justice, paraît superposé à la roche oolithique, les mesures de mes coupes au N.-E. et au S.-O. me donnent, à un ou deux mètres près, la même épaisseur pour ce terrain.

M. Thirria (1), dans une note succincte consacrée aux terrains de Belfort, parle, mais très en passant, des failles qu'on observe dans le fossé extérieur du fort Justice ; cette complication ne l'a cependant pas empêché, en excellent observateur qu'il est, de signaler deux assises de roche oolithique séparée par un calcaire compacte à cassure conchoïde.

On peut observer la superposition du terrain à chailles sur les marnes oxfordiennes, sur un talus qu'on trouve à gauche et en face du corps de garde peu après être entré par la porte du vallon. Un mètre à peu près du pied de ce talus est constitué par les marnes oxfordiennes ; le reste appartient aux chailles.

On rencontre, dépendant du terrain à chailles, une roche assez singulière dont l'origine est peut-être due à un reste organique, sans que cependant on puisse y trouver des traces d'organisation. Elle présente exactement le dessin d'un moiré avec des bandes alternées blanches et grises. Les premières sont le plus souvent d'un beau blanc mat farineux, mais quelquefois approchent de la calcédoine ; elles paraissent uniquement composées de silice. Les secondes ont l'aspect et les caractères du calcaire saccharin à grain fin, mais paraissent aussi mélangées de silice, car les acides n'y déterminent qu'une faible effervescence. Ces bandes, plus ou moins parallèles et quelquefois concentriques jusqu'à produire des cercles, s'amincissent et se grossissent d'une largeur de un jusqu'à celle de cinq millimètres ; elles ne sont pas superficielles, mais traversent la masse de la roche.

Fossiles du terrain à chailles.

Ammonites perarmatus, d'Orb.
Chemnitzia Heddingtonensis, d'Orb.
Lima notata ?, Goldf.
Lima proboscidea, Sow.
Pinnigena (fragments qui indiquent une espèce de grande dimension).

(1) *Statistique de la Haute-Saône*, p. 157.

Pecten articulatus, Goldf.
Ostrea dilatata, Desh.
— *sandalina*, Goldf. (La hauteur du côté palléal est de 37 millimètres 1/2, la longueur 58 millimètres.)
— *gregaria*, Sow.
Rhynchonella varians, d'Orb. (*Terebratula Thurmanni*, Voltz.)
— espèce allongée à côtes, avec crochet très pointu.
Terebratula insignis, Schub.
Millecrinus echinatus, d'Orb.
— *polycyphus ?*, Des.
Millecrinus rosaceus, d'Orb.
Cidaris coronata, d'Orb.
— *baculifera*, Ag.
Hemicidaris crenularis, Ag.
Isastræa Grenoughii, M. Edw. et H.
— *helianthoides*, M. Edw. et H.
Clausastræa parva, M. Edw. et H.
Microsalenia Kœchlini, M. Edw. et H.
Stylina Labechei, M. Edw. et H.
Cnemidium.
Serpula gordialis, Goldf.
— *quinquangularis*, Goldf.

Corallien.

Le terrain à chailles que je viens de décrire répond, à peu de chose près quant à l'âge et aux fossiles, à l'oxfordien du Prodrome. Il est nettement séparé, au moins minéralogiquement, du corallien qui lui est superposé. Cette limite étant d'accord avec celle établie par le Prodrome, notre corallien, sauf la partie supérieure ou l'astartien, que nous en séparons, doit aussi se rencontrer avec celui de M. d'Orbigny.

Le corallien, à Belfort, est formé par plusieurs assises de caractères minéralogiques très différents. L'assise inférieure, et qu'on voit reposer sur le terrain à chailles dans le fossé extérieur N.-E. du fort Justice, est constituée par une roche oolithique, en elle-même très variée. Les oolithes, formées toujours par couches concentriques, sont plus ou moins grandes, plus ou moins empâtées; entre les échantillons où toutes les oolithes se détachent, lorsqu'on brise la roche, de la pâte, et ceux où les oolithes se brisent toutes, pour constituer ce que Thurmann a nommé *subcompacte*, il existe tous les degrés de passage.

La grosseur des oolithes, qui sont presque toujours sphériques, varie de un quart jusqu'à six millimètres. M. Thirria en signale encore de plus grandes jusqu'au diamètre d'une balle de fusil.

En grand, la roche est homogène, saine, divisée en gros bancs d'une allure parallèle à ceux du terrain à chailles; les fossiles y paraissent rares, je n'en ai point rencontré; elle est recouverte par un calcaire compacte à grain fin, tantôt jaunâtre, à cassure un peu conchoïde, tantôt blanc et un peu saccharin; j'ai signalé la première de ces variétés dans le fossé du fort Justice; la seconde peut se voir

avec assez de développement près et au N.-E. de la butte du tir. Cette dernière est caractérisée par des veines de chaux carbonatée spathique et un petit peigne. Entre ces deux extrêmes de cette roche, il y a des passages qui tiennent de l'un et de l'autre. Au-dessus du calcaire compacte se présente une seconde assise de roche oolithique, qu'on peut le mieux étudier dans les grandes carrières au N.-N.-O. de Perouse ; l'assise y est mise à nu sur une hauteur de six mètres, les bancs bien stratifiés plongent de 6° vers S.-E. La texture de la roche est moins régulière et suivie que celle de l'assise oolithique inférieure ; les oolithes, en partie ovales, sont très souvent incrustées dans la pâte de manière qu'on ne peut les apercevoir qu'à l'aide de la loupe. La roche offre aussi des parties compactes de peu d'étendue et beaucoup de veines et de nids garnis de chaux carbonatée cristallisée. On ne rencontre que très peu de fossiles dans la partie inférieure de la carrière, tandis que les deux ou deux mètres et demi supérieurs sont très riches, et offrent une grande quantité de nérinées, de lithodomus, de polypiers. Ces fossiles sont difficiles à obtenir dans un état passable de conservation, parce qu'ils sont presque toujours convertis en spath et dès lors très fragiles; et comme, en outre, ils adhèrent fortement à la roche, il n'y a que ceux qui ont été dégagés en partie par les agents atmosphériques qui puissent être utilisés. J'ai trouvé de gros fragments de cette roche avec beaucoup de nérinées à l'extrémité S.-O. du chemin couvert et tout près de la limite du terrain à chailles. Il paraîtrait, d'après cela, que la roche oolithique s'étend ici plus loin vers N.-E., ce qui impliquerait une diminution dans la puissance du calcaire compacte.

M. Thirria me semble trop appuyer sur la distinction entre les caractères minéralogiques des deux assises d'oolithe corallienne, en appelant l'une *calcaire compacte suboolithique*, et l'autre *calcaire oolithique crétacé*. J'ai bien aussi indiqué quelques différences ; mais elles ne sont pas même constantes, et il y a tel échantillon, pris à la base de l'assise inférieure là où elle repose sur le terrain à chailles, qu'il serait difficile et même impossible, sans étiquette, de distinguer de variétés nombreuses de la carrière de Perouse. On peut voir que les caractères que j'indique, concernant la texture et l'arrangement des oolithes, sont diamétralement opposés à ceux de M. Thirria. Ce que je ne peux pas comprendre de la part de ce dernier auteur, c'est la qualification de *crétacé* (sans doute crayeux) qu'il donne à l'assise supérieure, car sa texture, serrée comme celle de l'assise inférieure, me paraît plutôt mériter la qualification toute contraire ; ce sont, sans doute, des échantillons exceptionnels et altérés qui ont dû servir de type à M. Thirria.

En avançant de la carrière oolithique, dont je viens de m'occuper, vers le village de Perouse, on rencontre plusieurs autres carrières avec une roche bien différente : c'est un calcaire compacte, tendre, crayeux, tachant les doigts, homogène, en bancs qui ont jusqu'à 2 mètres d'épaisseur. Ce calcaire est superposé à l'oolithe corallienne, il a été reconnu par des puits creusés dans le village de Perouse jusqu'à une épaisseur de 13 mètres.

Dans une roche à grain aussi fin et aussi tendre, les fossiles devaient, s'il y en avait, être bien conservés et faciles à détacher ; je me suis donc donné bien de la peine pour en trouver, mais inutilement; à peine si de nombreuses visites j'ai obtenu une mauvaise térébratule empâtée et quelques autres fragments; mais je n'ai pas vu de traces des nérinées dont parle M. Thirria.

Cette belle roche se présente dans les circonstances les plus favorables pour fournir de beaux matériaux pour la taille ; les blocs s'enlèvent très facilement de leur gîte par le procédé suivant : comme la roche a une disposition à se fendre parallèlement aux plans de stratification, on fait sur la face de devant une entaille de 15 ou 16 centimètres de longueur sur la ligne qui détermine la hauteur du bloc qu'on veut obtenir, et on y chasse avec force des coins ; le bloc, qu'on avait préalablement dégagé sur les autres côtés, se détache alors sur la ligne de la fente. Malheureusement ce calcaire présente l'inconvénient de ne pas assez résister à la gelée et aux intempéries, et est ainsi peu employé. Les propriétaires des carrières prétendent qu'il y a des bancs gélifs et d'autres qui ne le sont pas, et que si la roche a été autrefois beaucoup employée, ce qui est attesté par les énormes excavations auxquelles elle a donné lieu, c'est que lors de la restauration et de l'agrandissement des fortifications de Belfort, on n'a pas été assez scrupuleux pour rejeter les mauvais bancs, et qu'ainsi la roche a perdu sa réputation. Sa grande fusibilité a cependant permis de l'utiliser dans les arts, et on l'emploie aujourd'hui comme fondant dans la verrerie de Wildenstein, et pour la fabrication de la soude dans l'établissement de M. Kestner au Vieux-Thann.

La puissance de ces différentes assises du corallien, oolithe inférieure et supérieure, calcaire compacte dur et calcaire crayeux, est grande, mais difficile à préciser : on n'en connaît exactement l'angle d'inclinaison qu'à leur extrémité S.-E. ; mais, dans la supposition probable que cette inclinaison s'augmente graduellement pour venir se confondre sans soubresaut avec celle du terrain à chailles, cette puissance doit être de plus de 250 mètres.

Fossiles du corallien.

Nerinea suprajurensis, Voltz.
— *Rœmeri?*, Thil.
—
Panopæa.
Mytilus subcylindricus, Buv. (*Lithodomus*).
Lima subsemilunaris, d'Orb.
Pinnigena Saussurii, d'Orb.
Pecten varians, Rœm.
— *textorius*, Schloth.
— *octocostatus*, Rœm.
Ostrea dilatata?, Desh.
Terebratula insignis, Schub.
Cidaris Blumenbachi, Münst.
Pygurus Hausmanni, Ag.
Pentacrinus alternans, Rœm.
Apiocrinus polycyphus, Ag.
Synastræa Moreana, d'Orb.
Stylina ramosa, M. Edw. et J. H.
Cladocera.
Eusmilia?
4 autres polypiers.

Astartien.

M. A. d'Orbigny réunit cet étage à son corallien ; je crois que c'est bien fait : car dans un ouvrage qui, comme le Prodrome, doit être d'une application générale, il serait peu convenable de multiplier les subdivisions ; mais cela ne doit pas empêcher que, dans la description d'une localité de peu d'étendue, on ne puisse séparer un étage qui présente ou un grand développement, ou un intérêt particulier.

Si on veut réunir l'astartien au corallien, il faut le considérer comme formant les assises les plus supérieures de ce dernier.

Quand on a quitté Perouse en se dirigeant vers S.-E., on passe d'abord un petit ruisseau ; puis on arrive à un mamelon sans végétation, s'étendant de S.-O. à N.-E., et s'abaissant dans le sens de cette orientation ; il est couvert de fouilles anciennes pratiquées pour la recherche du minerai de fer en grain et d'affleurements qui permettent de bien étudier les roches dont il est formé.

Dans un des affleurements inférieurs, qui est exploité pour le chargement des routes, j'ai reconnu à la roche une épaisseur visible de 3 mètres ; elle est régulièrement stratifiée et inclinée légèrement vers S.-E. Elle repose donc sur le calcaire blanc crayeux de Pérouse ou sur une formation intermédiaire que la végétation qui occupe le bas-fond dont j'ai parlé ne permet pas de voir, et peut donc, en tenant compte de ses caractères minéralogiques, être considérée comme appartenant à l'astartien. Le banc le plus inférieur de cette petite carrière est constitué par un calcaire oolithique, à peu de chose près identique à celui des carrières de Perouse ; les oolithes en sont petites et assez bien détachées ; elles sont mélangées de parties de roche compacte, ce qui fait croire au premier abord à une lumachelle. Dans

le reste de la carrière, à l'exception du banc supérieur, la roche est purement oolithique sans mélange, avec des grains plus égaux de grosseur. Enfin le banc supérieur, divisé en dalles dans le sens de la stratification, est composé de la roche compacte, à grain fin, à cassure un peu conchoïde et fragile. J'ai cru d'abord (à quoi les idées systématiques et préconçues ne conduisent-elles pas !) que la roche oolithique n'existait que dans la partie inférieure de la formation, qu'elle était là comme réminiscence de la grande formation de l'oolithe corallienne, et que j'allais en poussant vers S.-E., et en remontant ainsi dans la série des couches, ne plus rencontrer que la roche compacte; mais il n'en a point été ainsi : car, en haut du mamelon, pas loin d'un bois qui le borde à l'E., j'ai encore reconnu des bancs franchement et purement oolithiques; mais il est vrai de dire qu'ici la roche compacte paraissait devenir dominante. En général, dans l'étendue de ce mamelon, les deux éléments, c'est-à-dire la roche oolithique et la roche compacte, sont combinés dans toutes les proportions.

Voici encore ce que j'avais écrit à ce sujet, après une course faite de Pérouse à Vezelois, il y a neuf ans, accompagné de M. Pierre Merian :

« Jusqu'à environ 800 mètres de Vezelois les roches observées ont » consisté en deux espèces de calcaire, toujours les mêmes, affleurant » quelquefois naturellement, quelquefois mises à nu par les fouilles » pratiquées, soit pour la recherche du fer pisiforme, soit pour » extraire des matériaux propres au chargement des routes. Ces deux » espèces de roche alternent continuellement sans aucune forme de » régularité apparente ou sans aucune loi dont on puisse se rendre » raison. La première, plus abondante, c'est une oolithe corallienne » rapprochée de celle que l'on voit dans la carrière de Perouse; la » masse formée d'oolithes fines d'égales grosseur, arrondies et ressem- » blant à celles de la grande oolithe, est parsemée de grains plus gros » et de formes variées, ovales irréguliers et le plus souvent aplatis; » j'ai cru y reconnaître des vestiges de nérinées. La seconde est une » roche compacte à grain très fin ; en petit les arêtes et les angles en » sont tranchants, la cassure en est lisse, un peu conchoïde, le marteau » l'entame facilement. Ce calcaire me paraît identique avec le cal- » caire compacte à Astartes, des environs de Ferrette et de Porrentruy, » et à celui dont sont formés les galets du Nagelfluh de Rappe. »

Pour en finir avec le mamelon, j'ajouterai que vers sa limite S.-E., tout près du bois, le calcaire astartien n'est plus divisé en dalles, mais offre des bancs massifs de 1 mètre d'épaisseur.

Si les caractères minéralogiques de cet astartien ne le séparent pas nettement du corallien, il en est autrement des fossiles qui, à un ou

deux près, sont tous différents; ces fossiles sont peu nombreux, généralement empâtés et par conséquent difficiles à détacher.

Fossiles de l'astartien du mamelon au S.-E. de Perouse.

Nerinea à tubercules.
Homomya hortulana, Ag.
Astarte.
Trigonia costata, Park.
Mytilus asper, d'Orb.
— *subæquiplicatus*, Goldf.
Ostrea.
Anomia.
Terebratula humeralis, Rœm.
— *insignis*, Schub.
Clypeus acutus, Ag.
Apiocrinus rotundatus, Goldf.
Pentacrinus.
Moules de petites bivalves et gastéropodes, 5 ou 6 espèces.

En prenant la direction vers Chèvremont à l'E.-S.-E., après avoir traversé un petit bois dans un terrain bas et humide, on arrive à un nouveau mamelon formé uniquement de conglomérat et qui s'étend en montant à plusieurs 100 mètres vers S. Dans la direction de Chèvremont il se rétrécit successivement jusqu'à se terminer presque en pointe à 500 mètres du bois. Le conglomérat est formé de galets jurassiques sans liaison, noyés dans une argile rouge parsemée, elle-même, de grains de fer sidéroolithique, dont l'exploitation a donné lieu à un grand nombre d'excavations. Le plus grand nombre des galets est formé par la roche compacte astartienne, quelques-uns par une roche oolithique. En se rapprochant de Chèvremont, l'argile ou marne, qui constitue la pâte de ce conglomérat, prend une couleur plus claire, et de brun-rouge devient jaune d'ocre; cette couleur s'atténue de plus en plus vers E.-S.-E., et finit par n'avoir presque plus rien de ferrugineux : ce ne sont que les argiles de couleur rouge-brun qui contiennent des grains de fer. Longtemps avant d'arriver à Chèvremont, le conglomérat est interrompu par une dépression couverte de culture; mais dans le village même, tout près de l'auberge, on voit encore un petit monticule de conglomérat, dont tous les caractères indiquent qu'il est la continuation de celui dont je viens de parler. Les galets, tous jurassiques, sont en grande partie composés de la roche compacte astartienne; il y a quelques-unes des roches oolithiques ou subcompactes dont il n'est plus facile de dire s'ils appartiennent à l'oolithe inférieure ou au corallien. Parmi les galets du terrain rouge-brun, il y en a un certain nombre dans les surfaces desquels des grains de fer hydroxydé sont incrustés absolument comme à Roppe.

A Chèvremont, dans le chemin creux qui conduit de ce village à Vezelois, les talus sur les deux côtés sont formés de tertiaire, dont la couche inférieure est marneuse et est couronnée par une molasse à grain fin et homogène. Avec l'inclinaison générale des couches vers

le S.-E., il est évident que ce tertiaire recouvre immédiatement le conglomérat de la formation sidéroolithique qui vient finir à quelques pas de là. A quelques cents mètres de Chèvremont, sur le chemin de Fontenelle, on voit, à droite et à gauche du chemin, une marne et un calcaire marneux gris clair, qui, au premier abord, ont dans leurs facies quelque analogie avec les marnes kimmeridgiennes, mais qui sont tertiaires.

En 1847, j'ai fait la course dans la direction exactement S.-E. de Perouse à Vezelois, accompagné alors de M. Pierre Merian, et nous avons reconnu absolument la même série de couches : *Astartien, conglomérat* du *terrain sidéroolithique*, et *tertiaire*.

D'après cela je ne puis comprendre ce que dit M. Thirria du troisième étage jurassique qui, d'après lui, se montrerait à Chèvremont au-dessus du calcaire à Astarte, et qui serait constitué dans sa partie inférieure par une marne avec Exogyra, et dans sa partie supérieure par un calcaire compacte tuberculeux, au-dessus duquel se présenteraient les gîtes de minerai de fer pisiforme des territoires de Perouse et de Chèvremont.

D'un autre côté, M. Renoir place les marnes kimmeridgiennes immédiatement au delà de Perouse. Quoique je me sois donné beaucoup de peine à trouver ces marnes kimmeridgiennes sans réussir, je ne veux pas contester leur existence ; il est cependant singulier que l'un des observateurs les place à Perouse, l'autre à Chèvremont, deux villages distants de 2,500 mètres, et situés presque sur la ligne du prolongement des couches. Dans tous les cas, il est certain que le centre du mamelon astartien, dont j'ai parlé, est situé, d'après la carte du Dépôt de la guerre, à 800 mètres au S.-E. de l'église de Perouse, et que sur toute sa surface le terrain sidéroolithique existe dans les fentes et crevasses de l'astartien, ce qui est prouvé par les nombreuses fouilles. Les tranchées du chemin de fer, récemment ouvertes entre Chèvremont et Danjoutin, offraient un bon moyen de corroborer le résultat des coupes entre Perouse et Chèvremont, et entre Perouse et Vezelois ; je me suis donc hâté de les parcourir, et j'ai trouvé la confirmation des coupes indiquées.

Voici les observations faites le long du chemin de fer, rangées dans l'ordre d'après lequel elles ont été faites, c'est-à-dire en allant du haut en bas :

1° A 100 ou 150 mètres à l'E. du croisement du chemin de fer avec le chemin de Chèvremont à Vezelois, au bas 2 mètres de marnes tertiaires couronnées de 1 mètre de grès très solide ;

2° A l'O. du même croisement, au bas du conglomérat ou galets très arrondis, composés de roches jurassiques, par-dessus roche marneuse schisteuse ayant très peu de consistance, qui se confond avec

la marne dans laquelle sont noyés les galets. Dans ces deux tranchées l'inclinaison de la stratification est presque nulle;

3° Fouille pratiquée pour en obtenir du remblai, des couches de galets presque tous de la roche compacte astartienne alternant avec des couches de marne, et sont eux-mêmes logés dans une marne argileuse tantôt bleue, tantôt jaune ocre;

4° Une faible tranchée avec galets astartiens dans l'argile jaune-brun foncé;

5° Galets astartiens dans l'argile brun-rouge foncé, puis roche astartienne compacte de 3 mètres et demi d'épaisseur, stratification horizontale;

6° Tranchée de 9^{m},50 de profondeur dans l'astartien compacte, bien stratifié, incliné vers S.-E. de 5° ou 6°;

7° Tranchée très profonde, la dernière avant Danjoutin; elle paraît toute taillée dans l'astartien et a 3 à 400 mètres de longueur. La roche en est extrêmement variée, en commençant par le haut astartien compacte, type ordinaire, en gros bancs, ensuite deux couches de marnes bleues, des marnes brunes alternant avec des bancs d'une faible épaisseur d'astartien compacte. La stratification de toutes ces couches, que je n'ai indiquée que très sommairement, est très régulière; l'inclinaison est de 10° vers E. un peu S.

Je n'ai point rencontré de fossiles dans le tertiaire, ni dans les tranchées du chemin de fer ni ailleurs. Le jurassique, dans ce parcours de la ligne de fer, est aussi d'une pauvreté exceptionnelle sous ce rapport; quoique, ayant vu une énorme surface dans les déblais et les roches en place, je n'ai à peu près rien trouvé jusque dans l'assise inférieure, c'est-à-dire dans la tranchée de Danjoutin. En voici les espèces :

Nerinea.
Phasianella striata, d'Orb.
Pholadomya myacina, Ag.
Corimya Studeri, Ag.
Pinna très bien conservée, et qui me paraît nouvelle.
Mytilus jurensis, Mer.
Avicula Gesneri, Thurm.
Pecten clathratus, Rœm.
Ostrea bruntrutana, Thurm.
Terebratula humeralis, Rœm.

Ces fossiles peu nombreux ne décident pas la question de l'âge de la roche qui les renferme : car, sur les huit espèces déterminées, il y en a juste la moitié habituelles aux marnes kimmeridgiennes et l'autre moitié à l'astartien. Mais si l'espèce en elle-même, et sans tenir compte de son abondance, est un argument pour fixer l'âge d'une formation, l'espèce caractéristique nombreuse en est certainement un bien meilleur. Or, ici cette espèce abondante est la *Terebratula humeralis*, Rœm., qui pullule et est l'espèce la plus commune dans l'astartien si grandement développé des environs de

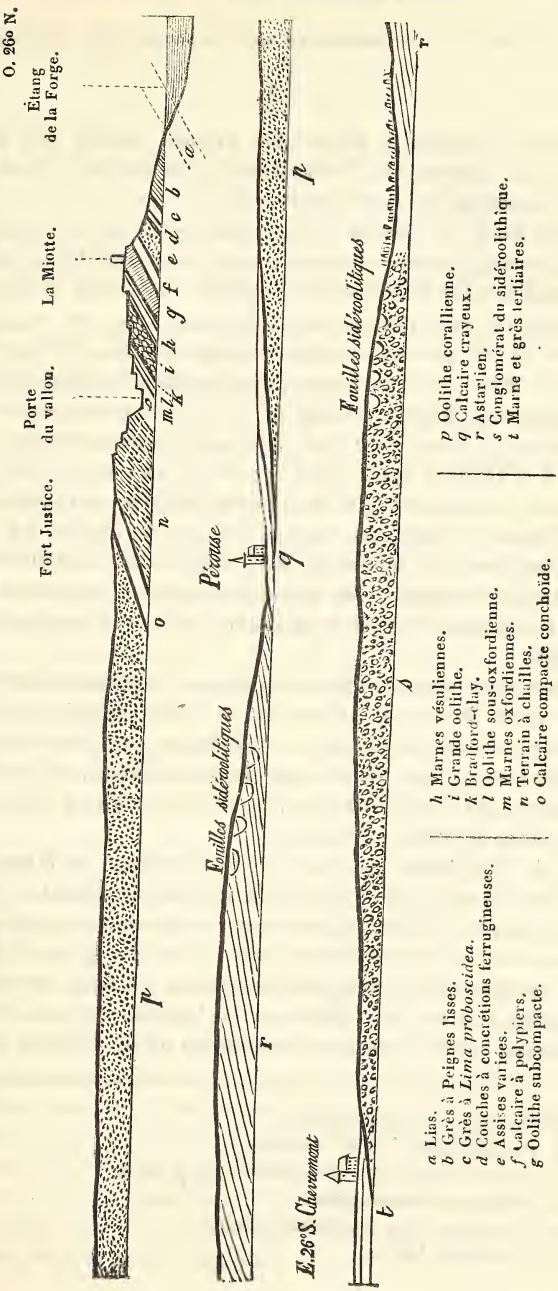
Ferrette, et que je n'ai pas encore rencontré dans les marnes kimmeridgiennes. Je l'ai déjà fait observer : presque tous les fossiles sus-indiqués proviennent de la tranchée de Danjoutin, qui répond aux couches les plus inférieures de la roche dont nous cherchons à constater l'âge. Si, à cause de ces quatre fossiles, on voulait considérer ces couches comme kimmeridgiennes, que deviendrait alors la grande série de couches qui s'étendent au S.-E., jusqu'à celle qui supporte les galets jurassiques à pâte argileuse rouge-brun? Serait-ce du kimmeridgien supérieur ou même du portlandien? Mais alors que deviendrait la roche compacte du mamelon au S.-E. de Perouse, à laquelle est superposé exactement, comme dans la tranchée 5, le conglomérat du terrain sidéroolithique? Ce serait donc aussi du kimmeridgien, et finalement l'astartien ne serait plus nulle part. J'ajouterai qu'à Roppe, dans une roche qui a au plus haut degré les caractères de l'astartien compacte, j'ai aussi rencontré des fossiles véritablement kimmeridgiens.

Mais quand on est si rapproché des monts Jura comme l'est la localité de Belfort, quand on trouve à Morvillars, à une distance de 9 kilomètres, et à Audincourt, à 16 kilomètres, les marnes kimmeridgiennes exactement comme elles existent au Banné et dans tout le Jura, avec leur *facies* si caractéristique et leurs nombreux fossiles, peut-on alors prétendre à du véritable kimmeridgien, en l'absence des caractères devenus classiques de ce terrain dans le Jura, et pour l'amour de quelques fossiles rares et isolés? Je ne le pense pas; cependant ces conflits entre les différents signes qui servent à la fixation de l'âge des dépôts ne laissent pas de troubler le géologue et de lui imposer le doute comme résultat de ses recherches.

Je dois encore revenir sur quelques détails : les bancs de marnes un peu argileuses bleues que j'ai signalés dans la tranchée n° 7, ne renferment aucun fossile; en général, les fossiles de cette tranchée sont formés d'une roche tantôt un peu marneuse, tantôt oolithique, et qui s'éloigne passablement de l'astartien compacte à grain fin et à cassure conchoïde. C'est plutôt dans les roches les plus supérieures dans le parcours du chemin de fer examiné que ces derniers caractères dominent.

J'ai essayé d'évaluer la puissance de ces roches astartiennes depuis l'apparition des premiers bancs, tranchée n° 5; mais je ne suis arrivé à aucun résultat, surtout parce que l'inclinaison de ces couches n'est que très imparfaitement connue; car il n'y a pas rien que des tranchées, et dans les dépressions où il y a remblai, on ne sait rien de ce qui est au-dessous de la surface du sol. En prenant une moyenne entre les trois inclinaisons observées, on arrive à une épaisseur verticale de 160 mètres.

Coupe de Belfort à Chèvremont.



Notes pour le mémoire des environs de Belfort.

A.

Pecten disciformis, Schub. Un examen attentif m'a amené à penser que plusieurs des *Pecten* lisses qu'on rencontre dans les terrains jurassiques devaient être réunis.

M. de Buch (1) place le *Pecten disciformis* comme fossile caractéristique dans l'antépénultième division de son Jura brun, qui répond à l'assise la plus inférieure du bajocien. Cependant il signale aussi cette espèce, mais comme moins abondante, dans le lias inférieur. Zieten (2) dit que cette espèce se rencontre dans l'oolithe ferrugineuse de Wasseralfingen, assise qui est parallèle au bajocien inférieur. M. Quenstedt (3) est du même avis, et réunit à cette espèce *Pecten demissus*. M. Bronn (4) réunit également les deux espèces.

M. A. d'Orbigny ayant placé le *Pecten disciformis*, Schub., dans le liasien, nonobstant le texte si positif de Zieten et la couleur rouge de la figure, a donc dû trouver l'espèce du liasien du Calvados identique avec celle figurée par Zieten. La déduction naturelle à tirer de cette circonstance, c'est que cette espèce se rencontre à la fois dans le liasien de l'Ouest de la France et dans le bajocien du Wurtemberg.

Cette déduction se trouve confirmée par Goldfuss lui-même : car, si on réunit le *Pecten demissus* de ce dernier auteur au *Pecten disciformis*, comme le fait M. A. d'Orbigny, on doit aussi épouser l'opinion sur l'âge de celui dont on cite la figure ; or, Goldfuss dit nettement, du *Pecten demissus*, qu'il se rencontre à la fois dans le lias et dans l'oolithe inférieure.

M. A. d'Orbigny, pour son *Pecten demissus*, qu'il place dans le callovien, prend celui de Philipps ; mais cet expédient ne sauve pas le système ; car Philipps (5) signale son espèce comme se rencontrant à la fois dans l'oolithe corallienne, dans l'Oxford-clay, dans le kelloway-rock et dans l'assise moyenne de l'oolithe de Bath, formation qui comprend à la fois le bathonien et le bajocien de M. A. d'Orbigny. M. Morris (6) suit à peu près le sentiment de M. Philipps, et de plus,

---

(1) *Der Jura in Deutschland.*
(2) *Pétrifications du Wurtemberg.*
(3) *Das Floetzgebirge Wurtembergs*, p. 310.
(4) *Index paleontologicus.*
(5) *Geology of the Yorkshire coast.*
(6) *Catalogue* 1854.

il ajoute à sa synonymie le *Pecten demissus* de Goldfuss, propre, d'après ce dernier, au lias et à l'oolithe inférieure.

On comprendra que toutes ces divergences ne peuvent se concilier qu'en admettant qu'on n'a à faire qu'à une seule et même espèce, opinion entièrement confirmée par l'inspection des figures des *Pecten disciformis*, dans Zieten ; *Pecten demissus*, dans Goldfuss, et *Pecten demissus*, dans Philipps, entre lesquels il est impossible d'apercevoir la moindre différence.

Les échantillons de *Pecten disciformis* à ma disposition sont :

Du *liasien* de Curcy, de Vieux-Pont (Calvados), de Silzbrunnen (Bas-Rhin), de Lyon (Rhône) ;
Du *toarcien* de Gundershofen (Bas-Rhin) ;
Du *bajocien* de Belfort, Sentheim, Ramersmat, Orschwir, Bollenberg (Haut-Rhin), du Wurtemberg, du mont Cindre près de Lyon, de Mende (Lozère), de Nancy (Meurthe) ;
Du *bathonien* d'Egg, près Arau ;
Du *callovien* de Liffol-le-Grand (Vosges), d'Étrochey (Côte-d'Or).

Tous ces échantillons me paraissent identiques, et je crois qu'il faut les réunir sous le nom de *Pecten disciformis ;* on doit peut-être y ajouter *P. silenus*, d'Orb., du bajocien et bathonien du Prodrome; mais vu l'insuffisance de la description et l'absence de figures, il faut laisser subsister le doute.

Quant aux terrains plus récents, comme l'Oxford-clay et l'oolithe corallienne, où cette espèce est également citée par Philipps et Morris sous le nom de *P. demissus*, et par Rœmer sous celui de *Pecten solidus*, Rœm., les matériaux me font défaut pour constater s'il s'agit de la même espèce; mais je le crois très probable. Dans tous les cas, je possède des échantillons du kimmeridgien du Banné qui ne me paraissent pas différer des variétés indiquées ci-dessus de *Pecten disciformis.*

Il reste encore le sinémurien, dont j'ai des échantillons de la Maison-de-Paille près Semur, et de Bath ; mais j'hésite de les réunir au *P. disciformis ;* ces peignes sont toujours de plus petite taille que ceux des terrains plus récents, et ont une des oreillettes plus grande que l'autre ; pour le surplus, ils ne diffèrent pas du *P. disciformis.* On trouve ces deux caractères différentiels dans les figures et les descriptions du *Pecten glaber*, Hehl., Zieten, 53. 1, et du *Pecten calvus*, Goldf., 99. 1, qui sont bien identiques avec mes échantillons. Il est possible cependant que l'âge et le milieu diffèrent des spécimens

ayant vécu dans le sinémurien, aient pu influencer la forme des oreillettes qui, il faut le dire, n'est pas très constante.

B.

Pecten textorius, Schlot.; *Pecten vimineus*, Sow.; *Pecten articulatus*, Schlot.; *Pecten subtextorius*, Mun. Il est difficile de trouver une question plus embarrassante, pour les paléontologues, que celle de la distinction de ces différentes espèces: à quelque point de vue qu'on se place, géologique ou zoologique, il me paraît impossible que cette tâche amène un résultat quelque peu raisonnable. Les caractères distinctifs, insuffisants du reste, et les stations normales qu'on a cherché à attribuer à chacune de ces espèces, n'ont pas la moindre constance; les formes extrêmes auxquelles ces caractères donnent lieu, avec de nombreux passages, sont répandues sans règle apparente dans presque tous les étages jurassiques.

Le seul moyen de sortir de cette difficulté, qui m'est apparue comme inextricable pendant longtemps, me paraît celui de la trancher comme le nœud gordien, en réunissant toutes ces espèces, nonobstant la différence d'âge et de forme. Je vais essayer de faire entrer dans l'esprit de mes lecteurs la conviction que me donnent à ce sujet les nombreux matériaux qui sont devant moi, et espère que ma proposition ne leur paraîtra pas par trop héroïque et empreinte d'hérésie.

Voici d'abord le détail des échantillons qui m'ont servi, rangés d'après l'âge des terrains :

Du *sinémurien*, de Sentheim (Haut-Rhin), Semur (Côte-d'Or), Lyon (Rhône), Balingen (Wurtemberg).

Du *liasien*, du Silzbrunnen, près Niederbronn (Bas-Rhin).

Du *toarcien*, Urwiller (Bas-Rhin) : ici je n'ai rien, mais le *Pecten textorius* y existe d'après M. Daubrée.

Du *bajocien*, de la Miotte (Haut-Rhin), des Moutiers (Calvados).

Du *bathonien*, d'Étrochey, près Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), de Saint-Aubin-sur-Mer, de Langrune (Calvados), de Sentheim (Haut-Rhin).

Du *callovien*, d'Étrochey, près Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), Liffol-le-Grand (Vosges), Beuzeval (Calvados).

De l'*oxfordien*, du Prodrome (terrain à chailles des monts Jura), de Belfort, de Ligsdorf, de Bendorf (Haut-Rhin), Creué, près Saint-Mihiel (Meuse), Calabry, près Porrentruy.

Du *corallien*, Rosberg, près Ferrette (Haut-Rhin), Kandern (grand-duché de Bade).

Le *Pecten vimineus*, Sow., est placé par son auteur dans le coral-rag, par Goldf. dans le sinémurien, par M. A. d'Orbigny dans l'oxfordien du Prodrome. M. Bronn, d'après les auteurs cités par lui, fait passer cette espèce de l'oolithe inférieure jusqu'au corallien, et ce qu'il y a de curieux, c'est que, quoique sa figure soit copiée sur un échantillon du lias wurtembergeois, et parce que le dessinateur, par inadvertance sans doute, a donné à cette figure 4 à 5 côtes de trop peu, elle répondrait cependant, d'après M. Bronn, bien à l'espèce de Sowerby et mieux que la figure de Goldfuss, 99.7, représentant la même espèce. M. Morris enfin attribue le *P. vimineus*, Sow., à l'Oxford-clay et au coral-rag.

Le *Pecten textorius*, Schlot., est placé par Schlotheim dans le sinémurien, par Goldfuss dans le lias et l'oolithe inférieure, par M. A. d'Orbigny dans le sinémurien, par M. Morris dans l'oolithe de Ballintoy (1).

Le *Pecten articulatus*, Schlot. sp. Schlotheim le cite dans le calcaire jurassique des environs d'Arau, Goldfuss le cite uniquement à Nattheim (terrain à chailles, oxfordien, d'Orb.); cela n'empêche pas M. A. d'Orbigny de placer cette espèce dans le bajocien, tout en citant la localité de Nattheim; cet auteur, retrouvant cette forme dans le corallien français, l'a placée dans le Prodrome sous le nom de *P. subarticulatus*, d'Orb. M. Goldfuss dit, avec raison, que cette espèce a la plus grande ressemblance avec *P. vimineus*, Sow., et *P. textorius*, Schl. sp. M. Morris la cite dans le corallien de Headington.

Le *Pecten subtextorius*, Mun., est cité par Goldfuss dans le corallien d'Amberg, de Muggendorf et de Nattheim ; cet auteur lui trouve aussi de la ressemblance avec *P. vimineus* et *P. textorius;* que l'on compare à ce sujet les figures de Goldfuss du *P. textorius*, Sch., pl. 89.9, avec celles du *P. subtextorius*, Mun., pl. 90.11, on n'y verra pas la moindre différence; et il est évident que cette dernière espèce n'a été créée que pour donner satisfaction au système qui ne veut pas que les mêmes espèces passent dans plusieurs étages. Dans le Prodrome de M. A. d'Orbigny, cette espèce est placée dans l'oxfordien. M. Quenstedt (2), en signalant le groupe des *Pecten textorius*, depuis le lias *a* jusqu'au Jura blanc de Nattheim, dit avec beaucoup de raison que les espèces isolées sont difficiles à distinguer.

On comprend, par ce que je viens de dire, et surtout de ce que :

---

(1) D'après 7 fossiles sur 8 cités par Portlock dans l'oolithe de Ballintoy, Magilligan, etc., ces assises appartiennent au lias.

(2) *Handbuch*, p. 507.

1° Goldfuss ait retrouvé le *Pecten vimineus*, Sow., du coral-rag dans le lias; 2° M. A. d'Orbigny, le *Pecten articulatus*, Schlot. sp., du Jura blanc, dans le bajocien; 3° et enfin, de ce que M. Bronn se soit servi d'un échantillon du lias pour représenter une espèce de coral-rag, qu'il doit y avoir une grande analogie, sinon une identité parfaite entre des spécimens placés ainsi simultanément dans des étages aussi éloignés.

Les principaux caractères différentiels des peignes dont je m'occupe ici sont :

Le nombre des côtes,

L'ouverture de l'angle apicial.

Commençant par le premier de ces caractères : appliqué au *P. vimineus*, Sow., Goldfuss indique 21 côtes, Sowerby 20, Bronn également 20. Constatons d'abord que puisque le *P. vimineus*, Sow., figuré par Goldfuss est du lias, que ce terrain a des variétés avec un aussi petit nombre de côtes.

Quant au *P. textorius*, Schl., en comptant les côtes des quatre figures de Goldf., pl. 89.9, on trouve pour nombre moyen 39.

En jetant les yeux sur une collection quelque peu nombreuse de peignes à côtes imbriquées de tous les étages jurassiques, on ne peut disconvenir que les étages plus anciens offrent un plus grand nombre d'échantillons à côtes plus nombreuses; mais ce fait n'est rien moins que régulier et subit de nombreuses exceptions.

Ainsi je possède des échantillons :

Du sous-groupe inférieur du kelloway-oxfordien de Châtillon avec 44 et 48 côtes;

Du sous-groupe supérieur du kelloway-oxfordien de Châtillon ou de l'argovien avec 44 côtes;

Du callovien de (Calvados) 34 côtes.

J'ajoute le *P. subtextorius*, Mun., dans Goldfuss, du Jura blanc, 36 côtes comptées sur la figure.

D'un autre côté j'en ai du lias de Lyon avec 30 côtes;

Du liasien de Silzbrunnen 20 côtes;

Du bathonien de Saint-Aubin (Calvados) 24 côtes;

Du bathonien de Langrune (Calvados) 22 côtes.

J'ajoute le *P. vimineus* de Goldfuss, du lias, 21 côtes comptées sur la figure.

Les échantillons du terrain à chailles (oxfordien du Prodrome) que j'ai à ma disposition ont de 21 à 24 côtes.

J'arrive maintenant à l'angle apicial; ce caractère suit, à peu de chose près, celui du nombre de côtes, avec lequel il augmente et diminue; les généralités que j'ai établies pour le nombre de côtes

s'appliquent donc également ici. Cette espèce de règle subit aussi des exceptions : ainsi mon échantillon du bathonien de Langrune a 22 côtes avec un angle de 91 degrés.

M. Quenstedt, à la suite de la phrase que j'ai citée tout à l'heure, ajoute que le *P. textorius* du lias présente souvent un angle apicial de 90 degrés, tandis que dans le Jura brun cet angle serait quelquefois réduit à 60 degrés.

Je ne prétends pas qu'il n'existe pas d'échantillons avec un angle aussi faible ; cependant ils doivent être rares : le plus petit que ma collection m'ait offert est de 71 degrés.

Voici maintenant les angles que j'ai mesurés sur les échantillons de ma collection rangés suivant l'âge des terrains :

Sinémurien à Sentheim.	91°
Lias de Lyon.	90°, 92°
Jura noir β de Balingen (sinémurien).	81°
Bajocien des Moutiers.	80°, 94°
— de Belfort.	78°
Bathonien de Saint-Aubin.	81°
— de Langrune..	91°
— de Châtillon..	82°
Kelloway-oxfordien de Châtillon.	87°, 90°
Callovien de Beuzeval.	87°
Oxfordien ou chailles à Belfort.	78°
— — au Fringely.	71°, 90°

J'ajoute (mesuré sur la figure) :

Du coral-rag *P. vimineus*, Sow., pl. 543.	82°, 92°
Du Jura blanc *P. subtextorius*, Mun., Goldf., 90.11.	89°

On voit par ce tableau que ce second caractère ne peut pas non plus guider pour séparer les espèces ; que, par exemple, au Fringely, à côté de l'échantillon le plus allongé et à angle le plus fermé, il y en a un autre qui présente l'angle le plus ouvert que l'on rencontre dans la série des variétés. Il en est de même des figures de *P. vimineus*, Sow., et de *P. subtextorius*, Mun., qui, quoique provenant des terrains les plus récents, n'offrent pas de différence quant à l'angle apicial avec les variétés des terrains les plus anciens de la série.

Outre le nombre de côtes et de l'angle apicial, il y a encore le bombement des valves et la forme des oreillettes qui peuvent servir de signes distinctifs ; mais que l'on examine les figures citées de

Goldfuss, de Sowerby, on ne verra sous ces deux rapports aucune différence entre les espèces.

Il résulte pour moi, de ce qui précède, que les quatre espèces indiquées au commencement de cette note n'en forment qu'une seule qui s'est peut-être un peu modifiée, dans le laps de temps qui s'est écoulé depuis le dépôt du sinémurien jusqu'à celui du terrain à chailles ou du corallien. Dans la masse des échantillons qui sont devant moi, je conçois deux types extrêmes, celui du sinémurien et du corallien, le premier caractérisé généralement et pris en gros par un nombre de côtes et un angle apicial plus grands. Les deux types ont existé simultanément dès l'époque du sinémurien (*P. vimineus* de Goldf., *P. textorius* du même) : seulement alors le premier dominait en nombre ; plus tard, et à mesure que les dépôts sont devenus plus récents, le second type a gagné plus d'importance (identité du *P. articulatus* du terrain à chailles avec celui du bajocien), jusqu'à ce que, vers l'époque du terrain à chailles et du corallien, il ait presque entièrement éliminé le premier type. Durant la partie de l'époque jurassique dont il est ici question, les éléments de ces deux types tantôt se sont montrés isolés, tantôt se sont mêlés, de manière à produire de nombreuses variétés et de rendre ainsi impossible toute séparation rationnelle en plusieurs espèces.

C.

Pecten lens, Sow. Les auteurs ne sont pas bien d'accord sur l'étage auquel cette coquille appartient ; il résulte, des recherches dont le détail suit, qu'elle se rencontre depuis le bajocien jusqu'au kimmeridgien.

M. de Buch (1) la place dans l'antépénultième division de son Jura brun (β), parallèlement avec *Pecten personatus*, division qui répond au bajocien le plus inférieur ; il ajoute qu'en Angleterre l'espèce est propre à toutes les couches moyennes du jurassique. M. Quenstedt (2) n'est pas tout à fait de cette opinion, puisqu'il dit que cette espèce est caractéristique pour le Jura brun δ.

M. Bronn (3) cite ce peigne d'un grand nombre de localités depuis le lias jusqu'au corallien.

M. A. d'Orbigny assigne comme station à cette espèce le callovien, l'oxfordien et le corallien, quoique sur trois auteurs qu'il cite dans le

---

(1) *Der Jura in Deutschland.*
(2) *Handbuch*, p. 506.
(3) *Lethæa geognostica*, 1851.

Prodrome, deux la placent dans l'oolithe inférieure (Goldfuss dans le Jura brun β, Zieten dans le Jura brun δ). Cependant cet auteur a déjà une espèce dans le bathonien, qui peut représenter le *Pecten lens :* c'est le *Pecten Germaniæ*, d'Orb., qu'il synonymise avec *Pecten annulatus*, Goldf., dont il cite la figure; mais ce même nom et cette même figure sont cités aussi pour le *Pecten lamellosus*, Sow. Dans le kimmeridgien il y a donc double emploi de l'espèce et de la figure de Goldfuss. Cette erreur, tout involontaire qu'elle est, me paraît avoir sa signification. Si les variétés du bathonien et du kimmeridgien n'avaient pas de grands rapports, on ne se serait pas laissé aller à citer le même nom et la même figure, tout en voulant faire deux espèces différentes. Les deux espèces décrites et figurées par M. Buvignier, *Pecten Zieteneus* pour le corallien, et *Pecten suprajurensis* pour le kimmeridgien, me paraissent être l'équivalent des variétés que j'ai du Banné et d'Audincourt, et doivent sans doute aussi être réunies au *Pecten lens*, Sow. Goldfuss dit que l'espèce du Wurtemberg est plus petite et a des stries plus prononcées que la variété ou l'espèce anglaise, qu'il figure également. Je dois observer à ce sujet que, dans la planche de Sowerby, ces stries sont beaucoup moins nombreuses et sont plus apparentes que dans la figure que donne Goldfuss de l'espèce anglaise; en comparant mes échantillons de la Miotte, je trouve que sous ce rapport ils tiennent le milieu entre les deux figures que je viens de citer, il en résulte que le nombre de stries est un caractère variable. D'un autre côté, l'échantillon figuré par Zieten, et qui provient du Wurtemberg, est plus grand même que celui de Sowerby, la différence de taille signalée par Goldfuss n'a dès lors plus de signification. Il n'y a donc pas de motif pour ne pas réunir l'espèce anglaise à celle du Wurtemberg.

Mes échantillons de *Pecten lens* sont :

Du bajocien inférieur de la Miotte, près Belfort;
Du bajocien du mont Cindre, près de Lyon;
De bathonien, près de Marquise (Pas-de-Calais); du Lochenbach, près de Balingen (Wurtemberg); de la Deneria, près St-Croix (canton de Vaud); de Combdown, près Bath (grande oolithe);
Kimmeridgien d'Audincourt (Doubs); Banné, près Porrentruy.

L'espèce du kimmeridgien d'Audincourt et du Banné a les plus grands rapports avec les variétés citées des autres terrains; elle est même, sauf la taille qui est plus grande, de l'identité la plus complète et la plus incontestable avec mes échantillons du bathonien de Marquise. Ceci établi, la lacune de trois terrains que présentent mes matériaux sera comblée par les citations de M. Bronn, mais surtout

par celles de M. d'Orbigny, que j'admets très volontiers ; et ainsi le *Pecten lens*, Sow., sous les noms de *P. lamellosus*, Sow. ; *P. Decheni*, Rœm. ; *P. annulatus*, Goldf. ; *P. Germaniæ*, d'Orb. ; *P. distriatus*, Leym. ; *P. Zieteneus*, Buv., et *P. suprajurensis*, Buv., passerait sinon du lias, du moins du bajocien jusques et compris le kimmeridgien.

D.

Ostrea Marshii, Sow. ; *Ostrea subcrenata*, d'Orb. Il me semble difficile d'admettre la distinction que M. A. d'Orbigny fait entre ces deux espèces. Cet auteur réunit l'*Ostrea crenata*, Goldf., 72, 13 ; *Ostrea flabelloides*, Lam. dans Zieten, 47, 3 ; *Ostrea Marshii*, Sow., dans Philipps, pour en faire son *Ostrea subcrenata*, qu'il attribue au bajocien. Il prend l'*Ostrea Marshii*, Sow., 48, la même espèce dans Goldfuss, 73, 1, et dans Zieten, 46, 1, pour l'attribuer sous le nom de Sowerby au callovien et à l'oxfordien. M. A. d'Orbigny n'a donc pas de forme pour représenter l'*Ostrea Marshii* dans le bathonien. Or, il n'est guère possible de séparer les deux espèces des deux auteurs allemands quant aux terrains dans lesquels elles se rencontrent : car ils disent positivement l'un et l'autre que les deux espèces (*Ostrea Marshii*, Sow., et *Ostrea crenata*, Goldf., dans Goldfuss, et *Ostrea Marshii*, Sow., et *Ostrea flabelloides*, Lam. dans Zieten), proviennent de la même couche et des mêmes localités, c'est-à-dire de l'oolithe ferrugineuse ou bajocien. Quant à Philipps, il place son *Ostrea Marshii*, Sow., dans l'Oxford-clay, dans le cornbrash et dans la partie supérieure du bajocien ; il faut donc encore faire violence à cet auteur, en supprimant ces deux derniers terrains. MM. Bronn et Quenstedt réunissent à *Ostrea Marshii*, Sow., *O. crenata*, Goldf., *O. flabelloides*, Lam. dans Zieten, et je crois avec raison. Rœmer y réunit seulement la dernière. J'ajoute que les échantillons que je possède du callovien et oxfordien du Calvados sont parfaitement identiques avec ceux du bajocien du Wurtemberg.

L'*Ostrea Marshii* Sow., figurée par Goldfuss et par Zieten, se rencontre identique à ces figures dans le Jura brun δ du Wurtemberg, d'après Quenstedt (1) et d'après un bel échantillon que je tiens de M. Fraas. M. Quenstedt, ailleurs (2), attribue aussi cette espèce à une couche plus basse d'un étage, c'est-à-dire au Jura brun γ. Ce dernier étage répond au bajocien ; quant au Jura brun δ,

(1) *Floetzgebirge Wurtembergs.*
(2) *Handbuch.*

M. Marcou (1), en parlant de la difficulté de paralléliser certaines couches jurassiques du Wurtemberg avec les couches du même âge des monts Jura et des contrées de l'Ouest, croit qu'il est synchronique en partie au bathonien, en partie au bajocien. Dans le tableau de la série des terrains jurassiques et de leurs fossiles caractéristiques, M. de Buch (2) place l'*Ostrea Marshii*, Sow., dans la couche qui précède immédiatement le kelloway-rock. En ne tenant pas compte pour un instant de cette dernière observation, il ne peut rester de doute que l'espèce figurée par Goldfuss et Zieten, et que M. A. d'Orbigny attribue au callovien et à l'oxfordien, ne se rencontre dans le Wurtemberg dans le bajocien jusques et peut-être au delà de la rencontre de ce terrain avec le bathonien.

Cette station est aussi celle qu'accuse cette coquille dans les monts Jura et les contrées de l'Est; mais il s'agirait encore de faire voir qu'entre le bajocien et le callovien elle n'a pas cessé de vivre, et qu'ainsi il n'y avait pas nécessité de créer une nouvelle espèce pour ce dernier terrain et l'oxfordien.

Le cornbrash, dans lequel Philipps cite cette espèce, et qui précède immédiatement le kelloway-rock, ne peut être autre chose que du bathonien.

La station normale que M. de Buch, ainsi que je viens de le dire, attribue à cette espèce, est aussi le bathonien.

D'après M. Fromherz (3), l'*Ostrea Marshii*, Sow., se rencontre dans le Bradford-clay du grand-duché de Bade.

M. Bronn (4), parmi un grand nombre de localités et de terrains, cite aussi cette espèce de l'Oxford-clay d'Egg près Arau ; mais ces couches, d'après de nombreux fossiles caractéristiques, appartiennent bien plutôt au Bradford-clay (bathonien).

Mais il y a plus : je possède un bel échantillon d'*Ostrea Marshii*, Sow., du Maresquier (Calvados), terrain que je crois identique avec celui de Ranville (bathonien).

Il résulte de ce que je viens de dire qu'on ne peut se dispenser de supprimer *O. crenata*, Goldf., *O. flabelloides*, Lam. dans Zieten, *O. subcrenata*, d'Orb., et quelques autres noms qu'on a donnés à l'*Ostrea Marshii*, Sow., et de considérer cette dernière espèce comme se rencontrant depuis et compris le bajocien jusques et compris l'oxfordien du Prodrome.

---

(1) *Recherches sur le Jura salinois.*
(2) *Der Jura in Deutschland.*
(3) *Die Jura Formation des Breisgaues.*
(4) *Lethæa geognostica*, 1851.

Quant à la citation de M. Bronn concernant le coral-rag du Galgenberg, elle est tirée de Rœmer, qui la donne comme douteuse.

E.

Trigonia costata, Park.

Je possède cette forme provenant des terrains suivants :

Du *toarcien* de Gundershofen (Bas-Rhin).

Du *bajocien* des Moutiers et de Curcy (Calvados); de Lyon (Rhône); de la Miotte (Haut-Rhin); du canton de Bâle, de Schaffhouse (Suisse); de Longwy (Moselle); de Dundry, de Yeovil, de Burton-cliff (Angleterre).

Du *bathonien* de Marquise (Pas-de-Calais); de Luc (Calvados); du Jura brun ε du Wurtemberg; du Forestmarble, de Hinton Saint-Georges, Sommerset, de Corsham Wilts (Angleterre).

Du *callovien*, étang de Moèche (Haut-Rhin); Liffol-le-Grand (Vosges); Étrochey (Côte-d'Or); Montsec (Meuse).

De l'*oxfordien* de Dives (Calvados); de Weymouth (Angleterre); de Nattheim (Wurtemberg, Jura blanc ε d'après Quenstedt); du terrain à chailles, Neufchâteau (Vosges).

Du *corallien* de Montbéliard (Doubs); de Ligsdorf (Haut-Rhin); de Tonnerre (Yonne).

Du *kimmeridgien* du Havre (Seine-Inférieure); du Banné près Porrentruy; d'Egerkingen près d'Arau.

Du *portlandien*, île de Portland (Angleterre).

Les échantillons de ces différentes provenances et âges ne me semblent pas différer essentiellement; dans tous les cas, les variations qu'on y observe ne sont pas aussi grandes que celles qu'on voit le plus souvent dans une grande série d'un fossile quelconque de la même espèce et de la même localité. A ce sujet, je signalerai les échantillons du kimmeridgien : ceux du Havre et d'Egerkingen sont très bombés, ceux du Banné sont au contraire aplatis; cette différence, la plus saillante que j'ai remarquée, ne me semble pas motiver la création de deux espèces pour ce terrain. La grande analogie de ces Trigonies costulées devait conduire raisonnablement à un petit nombre d'espèces. Cependant c'est le contraire qui a eu lieu, et il y a peu ou point de groupe d'un genre pour lequel on ait été aussi prodigue sous ce rapport.

M. Agassiz a donc fait douze espèces de ces Trigonies (1), depuis

(1) *Études critiques.*

le toarcien jusqu'au portlandien. Sur ces douze espèces, M. A. d'Orbigny en a supprimé quatre ; mais il en a par contre créé quatre nouvelles, de manière que le nombre d'espèces Agassiz n'a pas été diminué.

M. Bronn (1) observe que toutes ces formes étaient réunies sous le nom de *T. costata*, jusqu'à ce que Rœmer, Agassiz et d'Orbigny les aient disséquées jusqu'à en faire 24 espèces ; il croit qu'on a été beaucoup trop loin. Cet auteur réduit donc notablement les espèces, et attribue par ses citations *T. costata* aux étages jurassiques, depuis le bajocien jusqu'au kimmeridgien. Il conserve *T. similis*, Ag., pour la placer dans le toarcien et dans une couche argileuse du grand-duché de Bade, qui me paraît répondre aux marnes à *Ostrea acuminata*.

M. Morris attribue (2) *Trigonia costata*, Park, à l'oolithe inférieure, à la grande oolithe, à l'Oxford-clay et au corallien ; il conserve *T. pullus*, Sow., pour la grande oolithe et l'Oxford-clay, et *T. elongata*, Sow., et *T. incurva*, Sow., pour le portlandien.

M. Rœmer est à peu près d'accord avec moi, en admettant que la *T. costata*, Park, a vécu depuis le bajocien jusqu'au portlandien. Il accorde une latitude, pour le nombre des côtes, de 15 jusqu'à 30, ce qui est fort raisonnable, et écarte toutes les espèces créées par la circonstance du plus ou moins grand nombre de côtes.

M. de Buch (3), en parlant de la *Trig. costata*, dit : « Quoique cette espèce paraît se rencontrer dans toutes les couches jurassiques, elle n'est, au moins dans le Jura allemand, propre qu'aux couches moyennes. Dans les couches supérieures, où elle n'est pas rare dans le nord de l'Allemagne, elle n'a été rencontrée ni en Franconie ni en Souabe. »

M. Quenstedt (4) ne sépare pas les Trigonies à côtes du jurassique ; il trouve, avec grande raison, que les distinctions établies par M. Agassiz sont trop minutieuses.

Et comment pourrait-on accepter avec confiance ces espèces créées à profusion, modifiées, réduites, transplantées dans d'autres terrains, suivant les vues particulières ou les préventions de chaque auteur, et finalement admises par à peu près personne ? Et ce désaccord complet, qui existe sur cette question entre les paléontologues, n'est-il pas la meilleure preuve en faveur de ma thèse ? Et le moyen

---

(1) *Lethæa geognostica*, 1851, p. 242.
(2) *Catalogue of british fossiles*, 1854.
(3) *Der Jura in Deutschland.*
(4) *Handbuch*, p. 523.

que je propose n'est-il pas le seul qui puisse mettre tout le monde d'accord ? S'il est incontestable que les variations que subissent un grand nombre d'espèces, soit de localités différentes mais de même âge, soit dans les mêmes localités, sont bien autrement importantes que les minuties par lesquelles on a voulu multiplier les Trigonies à côtes, qu'y aurait-il d'étonnant que cette dernière espèce, fournissant une longue carrière à travers les âges géologiques, se soit un peu modifiée, soit en raison de l'âge, soit en raison des localités ? En réfléchissant bien, on trouverait au contraire surprenant qu'une même espèce, dans ces circonstances, ait conservé rigoureusement tous les caractères de sa souche. On accorde une certaine tolérance de forme pour d'autres espèces ; pourquoi ne pas suivre ici le même principe, et faire des espèces pour des différences insignifiantes et souvent accidentelles ? Et ce n'est pas seulement l'idée systématique de donner à chaque étage son espèce qui a entraîné à cette profusion, car souvent on voit plusieurs et jusqu'à quatre espèces de Trigonies à côtes pour le même étage.

Ce que je viens de dire me conduit naturellement à proposer la réunion de toutes les Trigonies jurassiques à côtes sous le nom de *Trigonia costata*.

F.

Mytilus Sowerbyanus, d'Orb., Goldf. 130, 12.

On trouve dans le Prodrome cinq espèces qui peuvent se rapporter à cette forme :

Pour le bajocien et le bathonien, *Mytilus Sowerbyanus*, d'Orb.
Pour le callovien, *M. solenoides*, d'Orb.
Pour l'oxfordien,
Pour le corallien, *M. lombricalis*, d'Orb.
Pour le kimmeridgien, *M. medus*, d'Orb. ; *M. medamus*, d'Orb.

Je ne peux pas trouver de différence entre l'espèce du bajocien et du bathonien que je possède provenant de plusieurs localités, avec celle qui se trouve assez fréquemment dans l'astartien et le kimmeridgien des monts Jura, et que je possède aussi provenant du calcaire blanc de Creuë (Meuse, corallien inférieur) et du kimmeridgien de Boulogne-sur-Mer. Il n'y a que la taille qui soit moindre dans les échantillons des terrains plus récents. M. Pierre Merian, de Bâle, est à peu près de mon avis. M. Bronn (dans l'*Index*) fait passer cette espèce par tous les étages jurassiques au-dessus du lias, c'est-à-dire du bajocien au portlandien.

On pourrait objecter à cette opinion l'interruption que subit cette espèce pendant l'époque de l'oxfordien; mais alors au moins suffirait-il de deux espèces, une pour les étages au-dessous, une autre pour ceux au-dessus de l'oxfordien. Au reste, le sol fossilifère est loin d'avoir été fouillé partout. Il n'est donc pas impossible qu'on trouve quelque part un *Mytilus Sowerbyanus*, d'Orb., dans l'oxfordien.

G.

Nautilus striatus, Sow. D'après les stries en long qui ornent son dos, et d'après l'âge du terrain dans lequel elle s'est rencontrée, le seul nom qui conviendrait à cette forme, ce serait celui de *Nautilus giganteus*, Schub. dans Zieten ; c'est la seule espèce striée qui ait été citée dans le bajocien ; elle l'a été par plusieurs auteurs, d'abord par Zieten lui-même, puis par M. Buvignier et par M. Quenstedt. D'un autre côté, les auteurs suppriment ce nom pour le réunir : M. A. d'Orbigny, à *N. intermedius*, Sow.; les géologues allemands, soit à la même espèce, soit à *N. aratus*, Schlot.

Il y a donc là, pour un amateur qui désire nommer les objets de sa collection, une véritable difficulté; et, d'après les circonstances indiquées, il ne semble pas qu'il y ait un autre moyen de la lever que de réunir à *N. giganteus*, Schub., *N. striatus*, Sow.; *N. intermedius*, Sow. ; *N. semistriatus*, d'Orb., et *N. aratus*, Schlot. ; et de n'avoir ainsi, pour les trois divisions liasiques et pour le bajocien, qu'une seule espèce, à laquelle, en tenant compte de la priorité, on donnerait le nom de *Nautilus striatus*, Sow.

M. Bronn, dans l'*Index paleontologicus*, procède déjà ainsi, en ne conservant sur les cinq noms que celui de *N. intermedius*, Sow. M. Quenstedt ne me semble pas séparer les Nautiles striés en long, qui se rencontrent depuis le lias inférieur jusqu'au Jura blanc ε; il réunit positivement (Voyez *Handbuch*, pag. 347) *N. giganteus*, Schub., à *N. aratus*, Schlot. M. de Buch (1) en fait de même : il réunit, en conservant le nom allemand de *N. aratus*, Schlot. ; *N. striatus*, Sow. ; *N. intermedius*, Sow. ; *N. giganteus*, Schub. Il croit que ce Nautile est limité au lias inférieur, et que les citations de terrains plus récents ont besoin de confirmation.

---

(1) *Der Jura in Deutschland.*

Voici maintenant les mesures de mon Nautile :

	Diamètre réel.	Largeur du tour. Diam. = 100.	Épaisseur du tour. Diam. = 100.
	250 mill.	58	60
Les chiffres de M. d'Orbigny sont :			
Pour *N. striatus*, Sow.	110 »	54	56
N. intermedius, Sow.	170 »	52	68
N. semistriatus, d'Orb.	165 »	56	42
Ceux de M. de Buch, rapport entre la largeur et l'épaisseur seulement.	»	60	100
Ceux de M. Quenstedt (1) comme dessus.	»	46	45

Ces différences édifieront sur la valeur des déterminations des Nautiles à l'état de moule, alors qu'on est réduit pour tout caractère à ces dimensions principales.

Le test de mon Nautile est parfaitement conservé ; il se détache de la roche qui remplit l'intérieur ; son épaisseur est d'un peu plus de 2 millim. sur le côté, entre l'ombilic et le dos. La surface extérieure de ce test est ornée de stries longitudinales qui, plus fortes sur le dos, s'étendent en s'atténuant vers l'ombilic, et s'effacent un peu avant le milieu de la largeur du tour. Ces stries sont assez régulières, larges de $2^{mm},25$; elles sont croisées par des stries d'accroissement, qui commençant fines et flexueuses du côté de l'ombilic, se groupent en faisceaux vers le milieu du tour ; là elles forment de gros plis arqués en avant et qui s'arrêtent à l'origine du dos.

Ces détails font voir que le Nautile du bajocien ne diffère pas de ceux des trois étages du lias, et qu'on ne peut faire autrement que de l'y réunir ; mais je me propose encore de les utiliser, pour examiner une opinion émise par M. de Buch (2) sur les stries longitudinales dont est ornée quelquefois la surface des Nautiles et des Ammonites.

Ce grand géologue croyait que ces stries n'appartenaient pas à la surface extérieure du test, mais à une membrane particulière plissée, dépouillée accidentellement de son enveloppe ; que cette membrane existait au-dessous de la surface du test dans tous les Nautiles et

(1) *Petrefactenkunde Deutschlands.*
(2) Voyez Leonhard und Bronn, *Jahrbuch*, 1838, p. 186.

toutes les Ammonites, et qu'ainsi les stries longitudinales ne pouvaient pas servir de caractère spécifique.

Cette opinion a été adoptée par M. Bronn (1), tandis qu'elle est rejetée par plusieurs autres savants : ainsi par M. Quenstedt, qui donne une explication plausible des circonstances qui ont pu y donner lieu; ainsi par M. A. d'Orbigny, qui se sert des stries en long pour caractériser un groupe de ses Nautiles. M. de Hauer aussi ne paraît pas disposé à se soumettre à cette loi.

L'échantillon de la Miotte ne la confirme pas non plus; sa surface, ornée comme je l'ai dit, se voit sur un grand développement, et n'offre cependant aucun indice d'avoir jamais été recouverte d'un épiderme lisse, dont aucun fragment ne subsiste. Le réseau de stries, tout en étant bien conservé, ne suggère pas l'idée d'une surface protégée contre les influences extérieures; son état prouve tout le contraire, et ainsi ses parties proéminentes sont un peu lissées par l'usure. Des huîtres, des serpules, sont attachées directement sur cette surface ornée, sans aucun intermédiaire ; elles ont dû s'y fixer, sinon pendant la vie du Nautile, du moins peu après, et lorsque le test devait encore être complet; car ces coquilles sont pétrifiées comme le test du Nautile. Enfin, l'épaisseur actuelle du test me paraît aussi un argument contraire à la supposition qu'aucune membrane en ait été détachée.

M. Quenstedt (2), ainsi que je l'ai dit, a donné, à l'occasion d'une description de l'*Ammonites tornatus*, Bronn, du terrain keuperien de Hallstadt, une explication du fait annoncé par M. de Buch. Il suppose que la couche lisse qu'on a vu recouvrir la surface extérieure rayée, est une lame détachée de la paroi intérieure de la dernière cloison. Cette explication a son mérite; mais il était naturel de supposer que M. de Buch, avec sa grande pénétration, n'aurait pas pris le change sur une chose aussi simple, et que sa théorie devait avoir pour base des faits moins palpables. C'est aussi ce qui résulte de l'examen minutieux que je viens de faire de quelques Nautiles anglais et d'*Ammonites tornatus*, Bronn, de Hallstadt.

L'un des échantillons de *Nautilus striatus*, Sow., du lias de *Lyme-Regis*, a 90 mill. de diamètre, l'autre 130 mill. Le test du premier, dans les parois qui forment le tour, a 1 mill. et demi d'épaisseur; il est formé de deux lames ou couches distinctes, dont l'extérieure est un peu moins épaisse que l'autre. La surface concave de la couche inté-

(1) *Lethæa*, 1re édition, p. 418.
(2) *Petrefactenkunde Deutschlands*, p. 253.

rieure est lisse, celle qui est convexe porte le réseau des stries longitudinales et d'accroissement; la surface concave de la couche extérieure porte une contre-empreinte exacte en creux de ce réseau, qui est ensuite reproduit en relief sur sa surface convexe. Ce dernier relief, quoique reproduisant tous les accidents du réseau de la couche intérieure, en offre cependant une impression plus effacée, circonstance qui ne paraît pas due à l'usure après la mort du Nautile, car la surface extérieure sur laquelle elle existe, a été protégée par la roche solide et compacte dans laquelle elle est engagée. Cette différence ressemble plutôt à l'effet qui résulte de contre-empreintes et empreintes multipliées qu'on prendrait sur un corps, et qui tendent à niveler successivement les reliefs. Les surfaces convexes des deux couches ornées de stries sont d'une couleur plus foncée que le reste de leur masse, couleur qui devient presque noire pour la couche extérieure. Cette circonstance me paraît prouver, d'une part, qu'il y a eu intermittence entre le dépôt des deux couches, et d'autre part, que la couche extérieure ne peut être due à une croûte de calcaire incrustant, comme l'état des échantillons de *Lyme-Regis* pourrait un instant le faire supposer. En effet, les surfaces de ces Nautiles, partout où elles renferment des espaces vides, sont couvertes d'une couche de calcaire incrustant; mais ce calcaire offre toujours, du côté tourné vers le vide, une surface occupée de pointements plus ou moins gros de cristaux de chaux carbonatée, et ne reproduit jamais l'état de la surface sur laquelle il est appliqué; il ne montre pas non plus trace de l'enduit noir, qui pourrait bien être un reste de substance animale.

Le second Nautile est construit absolument de même, sauf que, vu son plus grand diamètre, le test a 2 mill. d'épaisseur et que la couche extérieure est encore plus faible en proportion que dans le premier, puisqu'elle n'a guère plus d'un 1/2 mill. d'épaisseur.

L'*Ammonites tornatus*, Bronn, présente une organisation fort analogue, sinon identique; toute la surface est couverte de stries longitudinales très régulières et qui, sur les côtés, paraissent comme tracées au compas; les stries d'accroissement manquent. Le test est composé de deux, et peut-être d'un plus grand nombre de membranes ou couches qui, toutes, la plus extérieure comme les autres, sont ornées de stries longitudinales. Ces couches se séparent parallèlement à la surface et atteignent quelquefois une telle ténuité que, tout en continuant d'être rayées, on peut voir distinctement les lobes à travers. A l'inverse du test des Nautiles, ici les stries sont plus faiblement accusées sur cette couche mince intérieure que sur

celle extérieure. M. de Hauer (1) avait déjà remarqué sur un de ses exemplaires d'*Ammonites tornatus* la structure feuilletée du test et une couche intérieure assez mince pour permettre de voir les lobes à travers. Il a observé sur cette couche des traces peu distinctes (*undeutliche Spuren*) des stries en long ; quant à mes deux échantillons, ces stries y existent, comme je l'ai dit, très nettement sur cette couche intérieure. Il paraît donc évident que la couche même qui recouvre les lobes est normale, et qu'elle se rencontre dans le test de tous les individus de l'*A. tornatus*, Bronn.

A côté de cette dernière, il existe à Hallstadt une autre espèce identique pour la forme et les lobes et qui n'est pas striée en long. M. Bronn l'a d'abord nommée *A. multilobatus*, et l'a ensuite réunie à *A. tornatus*. C'est sans doute cette anomalie, que deux des principaux caractères d'une Ammonite sont conformes tandis que le troisième ne l'est pas, qui a fait imaginer à M. de Buch son système, et lui a fait ainsi découvrir une partie de la vérité. Mais il aurait dû, ce me semble, se borner à l'appliquer à l'*A. tornatus* et au *Nautilus striatus ;* l'étendre, rien que pour expliquer un cas isolé, à deux genres aussi riches en espèces que celui des Nautiles et des Ammonites, c'était aller trop loin dans la voie des hypothèses. L'examen de l'*Ammonites multilobatus*, Bronn, est loin, du reste, de confirmer cette hypothèse, même pour le cas isolé. On a prétendu que cette Ammonite était la même que *A. tornatus*, mais munie de la couche ou membrure extérieure lisse qui manquerait à l'autre ; or, il n'en est pas ainsi : cette Ammonite n'est pas rare ; j'en possède un certain nombre d'échantillons où le test existe, tantôt dans toute son épaisseur, tantôt seulement représenté par une ou deux lames ou couches dans lesquelles il se divise facilement comme celui de l'*A. tornatus*. Mais aucune de ces lames ou couches ne montre la moindre trace de stries en long, et il est évident que le test de cette Ammonite est construit tout autrement que celui de l'*A. tornatus*, et qu'il en diffère par sa texture autant que par son ornementation. M. de Hauer (2) a montré que la surface de l'*A. multilobatus* n'était pas véritablement lisse, mais couverte d'un réseau de lignes délicates, ondulées, se dirigeant et grossissant de l'ombilic vers le pourtour ; j'ai trouvé cette observation parfaitement confirmée par mes échantillons où, du reste, ces lignes arrivées sur le dos deviennent des granulations. Cette non-conformité de la texture du

(1) *Die Cephalopoden des Salzkammergutes*, p. 27.
(2) *Die Cephalopoden des Salzkammergutes*, pl. 7, fig. 7, p. 27.

test et de l'ornementation de la surface pourrait peut-être s'expliquer par la différence de sexe.

J'ajouterai qu'on n'a pas remarqué de stries en long dans le test d'autres espèces d'Ammonites, dont le nombre est si prodigieux et dont certainement il existe beaucoup d'individus qui permettraient de voir sur une membrane intérieure les stries si elles existaient. Il en est de même des Nautiles autres que ceux dont il est ici question.

En résumé, il résulte pour moi de tout ce qui précède que les Nautiles striés en long des terrains liasiques et de l'oolithe inférieure, ainsi que l'*Ammonites tornatus*, portent non-seulement ces stries sur une membrane intérieure, mais aussi à leur surface, et qu'ainsi ce caractère peut bien servir pour la détermination des espèces.

H.

Pecten velatus, Goldf., 90, 2, *Spondylus tuberculosus*, Goldf., 105, 2.

Spondylus velatus, Goldf., 105, 4, *Pecten tumidus*, Ziet., 52, 1.

Hinnites inæquistriatus, Thurm., *Pecten papyraceus*, Sow., dans Zieten.

Je n'ai pas la prétention de vouloir discuter ici la question du genre auquel ce fossile appartient, et sur lequel les auteurs ne sont pas bien d'accord. Goldfuss l'appelle tantôt *Pecten*, tantôt *Spondylus*, d'Orbigny et Thurmann le nomment *Hinnites*. Zieten en fait un *Pecten* et M. Quenstedt, l'auteur le plus récent qui ait écrit sur cette matière, penche aussi pour cette dernière opinion. Ce que je veux chercher à établir c'est que ces différents noms appartiennent à une seule et même espèce, qui se rencontre dans tous les étages jurassiques, depuis le liasien jusqu'au kimmeridgien.

Voici d'abord la liste des *Pecten velatus* que je possède ; ils proviennent :

Du *liasien*, de Silzbrunnen, près Niederbronn (Bas-Rhin).

Du *toarcien*, d'Urwiller, en amont de Silzbrunnen; de Fontaine, Étoupe-Four (Calvados).

Du *bajocien*, de la Miotte, près Belfort (Haut-Rhin); de Saint-Vigor et des Moutiers (Calvados); de Dundry, près Bristol (Angleterre).

Du *bathonien*, de Ranville (Calvados).

Du *callovien*, de l'étang de Mœche, près Belfort (Haut-Rhin); du kelloway-oxfordien, sous-groupe supérieur d'Étrochey, près Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or).

Du *kimmeridgien*, du Banné, près Porrentruy.

Du *virgulien*, ou au moins d'une couche immédiatement au-dessus du kimmeridgien signalée par M. Jutier, à Audincourt.

Ces échantillons variés d'âge et de localité, presque identiques quant à la forme, ne présentent que des différences peu importantes et qui concernent principalement l'ornementation.

Je parlerai d'abord de la valve inférieure, celle qu'on rencontre le plus fréquemment, et la seule qui ait jusqu'à présent été figurée. Le degré de bombement de cette valve est assez variable, mais cette irrégularité est entièrement indépendante de l'âge de la couche à laquelle appartiennent les individus, car on la retrouve, non-seulement sans aucun ordre, dans des individus des terrains les plus éloignés, mais même dans la même localité et dans le même terrain ; je pourrais citer comme exemple les Moutiers et Dundry, où l'écart entre le bombement de certains individus est quelquefois très grand, sans que pour tout le reste il y ait la moindre différence. C'est, sans doute, un exemplaire aussi fortement bombé que Zieten a figuré sous le nom de *Pecten tumidus*, Hart. Cette valve offre aussi dans les côtes et les stries rayonnantes, dont elle est ornée, d'assez grandes variations qu'on pourrait même appeler des irrégularités. Sur les échantillons du bajocien des Moutiers et de Dundry et quelques autres, on voit entre les côtes principales sept côtes accessoires dont trois plus fortes alternent avec quatre très fines ; mais cet arrangement subit de nombreuses modifications ; souvent sur le même échantillon il existe plusieurs combinaisons. Les côtes intermédiaires se dédoublent, ou, au contraire, leur nombre se réduit ; les quatre côtes fines deviennent presque imperceptibles ; souvent il n'existe des trois côtes secondaires que celle du milieu et de chaque côté trois ou quatre stries fines d'égale grosseur, etc.

Dans plusieurs échantillons ces côtes forment de très légères ondulations et sont comme tremblées ; les grosses montrent souvent une disposition à devenir noueuses. Sur les exemplaires bien conservés on remarque avec la loupe de très fines stries concentriques, serrées et régulières. Sous le rapport des côtes de la valve inférieure, ce sont les échantillons du kimmeridgien du Banné qui diffèrent le plus des autres ; ici les côtes principales deviennent plus grosses et un peu noueuses ; mais des indices de cette disposition se présentent déjà dans des individus du toarcien et du bajocien ; ce qui le prouve outre mes échantillons, c'est la figure 2, pl. 105, de Goldfuss, du *Spondylus tuberculosus*, que cet auteur place dans le bajocien ; aussi, sous le rapport de ces côtes plus grosses et noueuses, cette figure est presque identique avec les exemplaires du kimmeridgien du Banné.

Ainsi qu'on a pu le pressentir par ce que je viens de dire, ces diverses modifications des côtes n'ont aucune relation avec l'âge géologique des terrains auxquels appartiennent les individus.

Quant à la valve supérieure, c'est sans doute sa rareté qui a empêché qu'on en ait publié une figure jusqu'à présent.

J'en possède des exemplaires incomplets du liasien de Silzbrunnen, du bajocien de Dundry, du terrain à chailles de Ligsdorf, et du kimmeridgien du Banné. Dans cette dernière localité, dont les fossiles n'ont jamais été publiés, ces valves sont abondantes. Elles sont planes, un peu concaves même, ornées de 60 à 80 stries rayonnantes rarement inégales, arrondies, augmentant de grosseur en se dirigeant des crochets vers le bord palléal sans bifurcation ; ces côtes ou stries sont ondulées dans certains individus et parfaitement droites dans d'autres. Les valves supérieures présentent beaucoup moins de variations que les inférieures ; ainsi en comparant celles du kimmeridgien du Banné à celles du liasien de Silzbrunnen, je trouve une identité complète, sauf cependant un nombre de côtes ou de stries un peu plus grand pour ces dernières.

Repassons succinctement ce que les auteurs ont dit de cette forme.

M. Goldfuss en fait trois espèces :

Pecten velatus pour le lias ;

Spondylus tuberculosus pour l'oolithe inférieure ;

Spondylus velatus pour le Jura blanc.

M. Zieten figure, ainsi que je l'ai dit, une variété bombée sous le nom de *Pecten tumidus*, Hart., du lias.

M. Quenstedt (1), sans se prononcer clairement sur la convenance des trois espèces de Goldfuss, dit cependant que celle du Jura blanc ressemble beaucoup à celle du lias dans le Wurtemberg. M. Alc. d'Orbigny, dans le liasien du Prodrome, n'a point de forme comparable à celle dont nous nous occupons ; il place le *Pecten velatus*, Goldf., dans le toarcien, le *Spondylus tuberculosus*, Goldf. (sous le nom de *Hinnites*) dans le bajocien. Je ne puis apprécier les Hinnites nouveaux que cet auteur attribue au bathonien et au callovien, puisque sans figures les quelques mots de description sont insuffisants. Dans l'oxfordien, M. Alc. d'Orbigny place *Spondylus tenuistriatus*, Mun., et *Spondylus velatus*, Goldf., du Jura blanc, et dans le corallien et le kimmeridgien *Spondylus inæquistriatus*, Voltz, du kimmeridgien du Banné, les trois dernières espèces sous le nom de *Hinnites*.

M. Morris (2) cite le *Pecten velatus*, Goldf., 90, 2, sous le nom

---

(1) *Handbuch*, p. 511.
(2) *Catalogue of british fossils*, 1854.

de *Hinnites velatus* dans l'oolithe inférieure, le fuller's earth et la grande oolithe. C'est, d'après la figure, l'espèce du lias de Goldf. et de M. Alc. d'Orbigny; c'est, d'après le nom, l'espèce des mêmes auteurs du Jura blanc que M. Morris place ainsi dans le bajocien et le bathonien.

Voici maintenant comment M. Buvignier (1) range ce groupe ou cette forme dans les terrains de la Meuse :

Dans le sous-groupe inférieur de l'oolithe inférieure (bajocien), *Spondylus tuberculosus*, Goldf.

Dans le sous-groupe moyen de l'oolithe inférieure (bajocien), *Spondylus velatus*, Goldf.

Dans le Bradford (bathonien), la même espèce.

Dans le sous-groupe moyen de l'Oxford-clay (callovien et oxfordien), la même espèce.

Dans le sous-groupe supérieur de l'Oxford-clay (oxfordien ou chailles), la même espèce.

Dans le sous-groupe inférieur de coral-rag (corallien), la même espèce.

Dans le coral-rag de Saint-Mihiel (corallien), la même espèce.

Dans le calcaire blanc de Creüe (corallien inférieur), la même espèce.

Dans le sous-groupe supérieur de l'astartien (corallien supérieur), *Spondylus inæquistriatus*, Voltz.

Dans les argiles à Gryphées virgules (kimmeridgien), *Spondylus inæquistriatus*, Voltz.

M. Buvignier a donc osé faire passer la même espèce dans cinq des étages jurassiques, le bajocien, le bathonien, le callovien, l'oxfordien et le corallien ; un petit effort de plus, et il était d'accord avec moi. Il fixe une des limites des espèces entre le bajocien inférieur et le bajocien supérieur ; mais mes échantillons du liasien, du toarcien, du bajocien et du bathonien, sont intimement liés, et il est impossible d'en faire deux espèces. Il en est de même pour l'autre limite entre le corallien et l'astartien, où mes échantillons du terrain à chailles, du corallien et du kimmeridgien ne peuvent pas être séparés. Je ne veux pas répéter ici ce que j'ai dit ailleurs pour expliquer les petites modifications que subit cette espèce ; je dirai seulement que pour aucune je n'ai eu une aussi forte conviction quant à son passage dans plusieurs étages.

---

(1) *Statistique géologique de la Meuse.*

J.

Hemithiris spinosa, d'Orb.

Dans les monts Jura et dans le département du Haut-Rhin, cette coquille caractérise l'assise qui est placée immédiatement au-dessus de la grande oolithe ou le Bradford-clay (bathonien) ; on la rencontre plus rarement dans le bajocien. Dans les localités de l'Ouest, aux Moutiers, à Saint-Victor, à Dundry, elle est au contraire abondante dans le bajocien et paraît manquer totalement dans le bathonien ; aussi M. Alc. d'Orbigny ne l'attribue-t-il qu'au premier de ces deux étages.

Le résultat de mes études, on a déjà dû s'en apercevoir, est loin d'être favorable au système qui voudrait, autant que possible, emprisonner une même espèce dans un seul étage. Or, pour appuyer ces idées préconçues, et pour autoriser la création du prodigieux nombre d'espèces qu'elle exige, on s'est basé souvent sur des différences d'une importance secondaire et quelquefois seulement locale. J'ai donc intérêt à mettre en lumière les grandes variations que subit une seule et même espèce, et qu'il faut accorder à l'espèce une grande tolérance. L'*Hemithiris spinosa* m'en fournira les moyens. J'ai donc mesuré ou compté les principaux caractères extérieurs de cette espèce sur 80 exemplaires, provenant de dix-neuf localités quelquefois très éloignées les unes des autres, et sur lequel nombre 30 exemplaires viennent du bajocien et 50 du bathonien.

La longueur étant admise comme 100, les côtes comptées sur la valve supérieure de ces 80 exemplaires présentent le résultat suivant :

	Longueur.	Largeur.	Épaisseur.	Nombre des côtes.	Angle apicial.
	100	110,60	66,52	29,81	100°,70
Les chiffres indiqués par M. de Buch (1) sont :	100	112	71	34	90°

Les mesures extrêmes sont :

	En plus.	En moins.
Largeur.	130,88	90,00
Epaisseur	92,30	46,87
Côtes	90	13
Angle apicial . .	124°	65°

La longueur réelle moyenne des 80 exemplaires est de 16,17

Les extrêmes des longueurs sont : 24,25 10 millim.

M. de Buch indique une longueur de 1/2 à 3/4 de pouce = 17 mill.

(1) *Mém. Soc. géol.*, 1re série, t. III.

Tous ces échantillons étaient bien conformés, sans aucune monstruosité, et cependant il y a des différences considérables, beaucoup plus grandes que celles qui servent quelquefois à faire des espèces.

L'*Hemithiris senticosa*, d'Orb., est une espèce qui se rapproche beaucoup de la précédente ; elle est rare, et n'en trouvant pas dans ma collection, j'ai dû recourir à M. Pierre Mérian, qui a bien voulu mettre à ma disposition ce qu'en possède le riche Musée de Bâle. Un examen minutieux m'a amené à ne considérer cette espèce que comme une variété de *H. spinosa*. Je vais donner mes arguments.

C'est Schlotheim, ce patriarche des paléontologues, qui distingua le premier le *Terebratulites senticosus*, et, sous ce rapport, M. Morris me semble faire erreur en attribuant cette espèce à M. de Buch. Schlotheim indique, comme lieu de provenance de ses échantillons, Grumbach près d'Amberg, sans dire à quel étage ce gîte appartient. Zieten, en figurant cette espèce, cite la localité de Stuifenberg, qu'il place dans l'oolithe inférieure, par le motif que la *T. senticosa* s'y trouve associée à *Ostreacites cristagalli*, *Belemnites aalensis*, *Ostrea eduliformis*. M. de Buch, en donnant la description de *Terebratula senticosa* (1), la cite aussi uniquement à Grumbach, qu'il place dans les couches jurassiques inférieures au-dessus du lias. M. Quenstedt (2) enfin, qui a écrit en dernier lieu, et que je crois mieux informé, ne signale cette espèce également qu'à Grumbach, qu'il donne comme appartenant au Jura blanc supérieur. Si cette dernière manière de voir est la vraie, comme cela est probable, l'*Hemithiris* de Grumbach se trouverait dans une couche plus récente que celle de l'oxfordien du Prodrome, ou que celle du terrain à chailles du Musée de Bâle.

M. Morris cite *Rhynchonella spinosa* et *Rh. senticosa*, les deux espèces uniquement du bajocien. Il y a donc désaccord complet entre les auteurs : les uns attribuant la dernière espèce à l'oolithe inférieure, les autres au Jura blanc supérieur, circonstance qui doit embarrasser ceux qui ne tiennent aux deux *espèces* qu'autant qu'elles se rencontrent dans deux étages différents. Mais, si l'on vient à examiner la figure de Zieten, représentant la *Terebratula senticosa*, on voit bien vite que cette figure ne répond nullement à la description de M. de Buch, quoique ce dernier la cite, ainsi que M. d'Orbigny. Voici, pour mettre cela en évidence, les mesures comparées :

---

(1) *Mém. Soc. géol.*, 1re série, t. III.
(2) *Handbuch.*

	Longueur.	Largeur.	Épaisseur.	Angle apicial.	Côtes.
Figure de Zieten,	100	103,67	52,94	105	26
Mesures indiquées par M. de Buch,	100	89	48	50	

Mais cela n'est pas tout : d'après la description de M. de Buch, la *T. senticosa* de Grumbach aurait des plis nombreux, presque tous bifurqués, de manière que souvent il n'y aurait que les trois ou quatre plis du milieu sans dichotomie. Or, la figure de Zieten ne montre rien de cela ; le nombre des plis ou côtes est au-dessous de la moyenne de celui de *T. spinosa*, et les côtes bifurquées sont comparativement peu nombreuses, surtout sur la valve inférieure. Il devient évident, d'après cela, que l'échantillon qui a servi à la figure de Zieten était tout bonnement une *T. spinosa* aplatie de l'oolithe inférieure, et ne pouvait représenter la variété *T. senticosa* du Jura blanc.

Je reviens aux échantillons de *Terebratula senticosa* du Musée de Bâle, dont voici les mesures :

	Longueur.	Largeur.	Épaisseur.	Côtes.	Angle apicial.
	100	106,83	52,09	49,71	96°,75
Mesures indiquées par M. de Buch,	100	89,00	48,00		50°,00
Moyenne de *T. spinosa*,	100	110,60	66,52	29,81	100°,70

Le plus petit échantillon avait de longueur 10 millim.
Le plus grand. 20,5

Mes chiffres, pour l'obtention desquels j'ai eu soin d'écarter les échantillons mal conservés, rapprochent cette espèce beaucoup plus de *T. spinosa* que de *T. senticosa* (d'après M. de Buch). La seule différence avec la première, commune à la figure de Zieten, est une moindre épaisseur, épaisseur qui cependant, comme toutes les autres mesures, reste entre les limites extrêmes trouvées pour la *T. spinosa*.

Tous ces faits me paraissent militer pour la réunion des deux espèces. Voyons maintenant s'il n'y a pas des circonstances d'un autre ordre qui viendraient contrarier cette conclusion.

La *Terebratula spinosa* a vécu dans le bajocien et le bathonien, celle *senticosa*, dans l'oxfordien du Prodrome, ou chailles. Il y a donc une apparence de lacune, pendant l'époque du callovien, qui pourrait faire supposer que la *T. spinosa* aurait cessé de vivre

à la fin du bathonien, et qu'une nouvelle espèce serait apparue avec l'oxfordien.

Je dois d'abord faire observer que cette forme est très rare dans les étages plus récents que le bathonien ; il n'est, dès lors, pas étonnant qu'on ne l'ait pas citée plus souvent dans le callovien. Cependant ces citations existent; nous en trouvons plusieurs dans la *Lethœa* de M. Bronn, mais qui ne sont pas toutes exactes, comme celle du canton de Bâle, où, d'après ce que m'a assuré tout récemment M. Pierre Mérian, jamais la *T. spinosa* ou une forme analogue ne s'est rencontrée dans le callovien; mais il y a M. Thirria qui signale *T. spinosa* dans les marnes oxfordiennes, étage immédiatement au-dessous du terrain à chailles, et qui répond à peu près à la partie supérieure du callovien de M. d'Orbigny. Il y a M. Thurmann qui signale cette espèce dans l'oolithe sous-oxfordienne elle-même. Si on trouvait ces citations trop anciennes pour y ajouter une entière foi, on ne récusera pas l'autorité de M. Marcou (1), qui signale aussi *T. spinosa* dans l'oolithe sous-oxfordienne, et dont le travail, soit à cause de l'époque récente où il a été publié, soit à cause des connaissances étendues et profondes de l'auteur dans la science paléontologique, mérite toute confiance.

La forme de l'*Hemithiris spinosa* a donc vécu sans interruption, mais seulement avec une grande réduction des individus, dans les étages les plus récents, depuis le bajocien jusqu'à l'oxfordien ou terrain à chailles, et peut-être un peu plus loin, si l'appréciation de l'âge du terrain de Grumbach par M. Quenstedt est exacte. Comme elle ne présente réellement, avec *T. senticosa*, aucune autre différence qu'une épaisseur plus grande dans le rapport de 66,52 à 52,09; que d'ailleurs la *T. senticosa* de Zieten, qui est de l'oolithe inférieure, n'a non plus qu'une épaisseur de 52,94, ce serait vouloir compliquer inutilement les opérations de la nature que de faire ici deux espèces.

K.

Nautilus subsinuatus, d'Orb., pl. 32; Sow., pl. 194.

Ce Nautile se distingue bien du *N. hexagonus*, Sow., le seul parmi les espèces que le Prodrome indique pour le callovien, auquel on pourrait le comparer ; les cloisons en sont beaucoup plus sinueuses ; l'épaisseur est beaucoup moindre et le dos plus arrondi. Ces carac-

(1) *Recherches géologiques sur le Jura salinois* (*Mém. Soc. géol.*, 2e série, t. III).

tères sont constants ; je les retrouve sur les mêmes variétés dans le callovien d'Etrochey et de Dives, et surtout dans la première de ces localités où ce Nautile est abondant. Mes échantillons, quant à la sinuosité des cloisons, se rapportent très bien avec la figure de Sowerby, pl. 194 ; moins bien avec celle de d'Orbigny. M. Quenstedt (1), M. Bronn (2) et M. de Buch (3) réunissent l'espèce de Sowerby à *Nautilus agariticus*, Schloth., qui, d'après les auteurs allemands, serait la même que celle qui se rencontre dans le Jura blanc moyen du Wurtemberg, mais qui n'atteint pas de grandes dimensions. La figure qu'en donne M. Quenstedt (4) est bien rapprochée de celle de M. Alc. d'Orbigny de *N. subsinuatus;* les lobes ont les mêmes sinuosités et le siphon est placé de même ; il est dès lors probable que c'est là encore une de ces espèces qui ne sont pas fidèles à un seul étage. L'échantillon type d'après lequel M. Schlotheim a créé son *N. agariticus*, provient d'une couche de fer argileux oolithique (*kœrniger thoneisenstein*, de Villecomte en Lorraine), que M. Quenstedt croit appartenir au Jura blanc δ ou ε, mais qui pourrait bien provenir d'une des nombreuses exploitations pratiquées dans les affleurements du callovien qui entourent, en forme d'arc de cercle, le bassin de Paris ; et, dans ce cas, l'échantillon de Schlotheim serait identique avec les miens.

Ces Nautiles n'existent généralement, les miens comme ceux du Wurtemberg, qu'à l'état de moules, et sont donc difficiles à déterminer ; mais l'espèce du callovien dont il est ici question diffère trop des espèces indiquées pour ce terrain par M. d'Orbigny, pour qu'on puisse l'assimiler à l'une d'elles ; il faudrait donc, ou en faire une espèce nouvelle, ou la réunir à *N. agariticus*. Or, mes dispositions ne me portent pas vers l'augmentation du nombre des espèces, que je trouve déjà trop grand ; je me range au dernier parti.

L.

Ammonites macrocephalus, Schloth.

On rencontre aussi, avec cette espèce, *A. tumidus*, Rein., qui s'en distingue par des différences peu essentielles, consistant dans une plus grande épaisseur et un moindre nombre de côtes. Quant à l'épaisseur, le gîte de l'étang de Moèche offre une série complète de

(1) *Handbuch.*
(2) *Index paleontologicus.*
(3) *Der Jura in Deutschland.*
(4) *Petrefactenkunde Deutschlands*, pl. 2.

passages entre l'*A. macrocephalus* le plus aplati et l'*A. tumidus*, arrivé presqu'à la forme d'une boule; le nombre des côtes indique la même liaison entre les deux espèces. Aussi, MM. Quenstedt et Bronn les réunissent-ils, et y ajoutent-ils *A. Herveyi*, Sow. M. Rœmer (1) les réunit également; M. de Buch (2) incline à réunir *A. Herveyi* à *A. tumidus*. D'un autre côté, M. Morris, qui ne donne pas l'*A. tumidus*, réunit *A. macrocephalus* à *A. Herveyi*, et Zieten, en parlant de cette dernière espèce, dit qu'elle a les plus grands rapports avec *A. macrocephalus*.

D'après tout cela, il me paraît hors de doute que ces trois espèces doivent être réunies.

M.

Trigonia clavellata, Park.

Il arrive avec cette coquille ce qui est arrivé avec beaucoup d'autres : le grand nombre d'espèces créé par les uns, réduit par les autres, le défaut complet d'accord entre les auteurs sur les étages auxquels ces espèces appartiennent, la grande analogie de leurs formes, surtout en tenant compte de la latitude qu'il faut laisser à l'espèce, tous ces motifs obligent, pour sortir du désordre et arriver à une conclusion tant soit peu raisonnable, à considérer la *T. clavellata* comme propre à un assez grand nombre d'étages jurassiques, et à supprimer les espèces suivantes : *Trigonia signata*, Ag.; *T. Bronnii*, Ag.; *T. perlata*, Ag.; *T. tuberculata*, Ag.; *Trig. major*, d'Orb.; *T. muricata*, Rœm. Quant aux espèces *T. concentrica*, Ag.; *T. corallina*, d'Orb.; *ruppelensis*, d'Orb., je suis dans le doute. Je dois faire observer ici que les Trigonies clavellées, excepté dans certaines couches de l'oxfordien et du kimmeridgien, sont passablement rares; de manière que mes matériaux ne sont pas assez nombreux ni assez bien conservés pour me donner une conviction complète que cette forme passe du toarcien jusqu'au kimmeridgien.

Analysons maintenant les opinions des auteurs au sujet de l'âge géologique auquel appartient *T. clavellata*, Park.

Sowerby la place dans l'oolithe inférieure.

Goldfuss dit que cette espèce est propre à la plupart des couches oolithiques d'Angleterre, de France et d'Allemagne — Sa figure 6 *a*, pl. 136, est du coral-rag de Rupet; celle *b*, de Monthoron? celle *c*, du lias supérieur de Gundershofen. Quoique provenant de terrains si éloignés, on ne trouve pas de différence entre ces trois figures.

---

(1) *Versteinerungen des Norddeutschen Oolithengebirges.*
(2) *Der Jura in Deutschland.*

Agassiz la place dans l'oxfordien de Dives. Cet auteur, qui donne *T. signata* comme l'espèce propre au bajocien, dit qu'elle se distingue de tous ses congénères par sa forme allongée. Je ne pense pas que ce caractère soit constant, et surtout qu'il ait une signification spécifique ; car je trouve, dans la figure restaurée d'Agassiz de *T. signata* (t. IX, f. 5), le rapport de la longueur à la largeur comme 1,62 à 1. Or, j'ai deux échantillons, parmi d'autres de l'oxfordien de Weymouth, où ce rapport est dans l'un de 1,70, dans l'autre de 1,66; j'ai aussi un exemplaire du kimmeridgien de Boulogne où ce rapport va jusqu'à 1,76. Zieten signale l'espèce dans les assises supérieures du bajocien ; on pourra voir si la figure de cet auteur est *allongée*, ou n'est pas plutôt exactement semblable à la forme normale des *T. clavellata* de Weymouth ou de Trouville, et on pourra comprendre ainsi comment certains auteurs n'ont pas craint de faire entrer en ligne de compte les différences les plus légères, les plus accidentelles, pour sauver leur système préconçu. D'après M. de Buch (1), cette espèce doit se rencontrer dans toutes les couches jurassiques, depuis celle à Nérinées jusqu'au lias; mais, dans le Jura allemand, elle ne serait propre qu'à l'Oxford-clay, comme dans la Normandie. M. *Morris*, ce qui est assez étonnant, place *T. clavellata*, Park., dans le kimmeridgien et le portlandien. Il indique Weymouth pour la localité du kimmeridgien, ce qui me paraît être une erreur; car les bancs de roche très solide qui, à Weymouth comme à Trouville, contiennent ces nombreuses *T. clavellata*, sont placés entre l'Oxford-clay (callovien de M. d'Orbigny) et le kimmeridge-clay ; ils répondent au calcareous-grit des Anglais, et, à peu de chose près, à l'oxfordien du Prodrome.

M. *Rœmer*, en citant les figures de Sowerby et de Zieten, dit que cette espèce est propre au *Dogger* (oolithe inférieure) dans le Wurtemberg, et au jurassique supérieur en Angleterre et en France.

M. *Alc. d'Orbigny*, tout en citant les figures de Sowerby et de Zieten, qui représentent des espèces de l'oolithe inférieure, place *T. clavellata*, Park., dans l'oxfordien ; il y réunit trois espèces de M. Agassiz.

M. *Quenstedt*, fidèle à son système de ne pas se prononcer catégoriquement sur la question des espèces, mais qui par là même montre qu'il est à peu près de mon opinion, fait de *T. clavellata* un groupe qui caractérise principalement le Jura brun, depuis l'étage δ jusqu'à celui ε, qui subsiste encore dans le Jura blanc le

---

(1) *Der Jura in Deutschland.*

plus supérieur du Wurtemberg, et se montre même dans le portlandien de l'Allemagne du nord.

M. *Marcou*, en citant la *T. concentrica*, dit que cette espèce est très caractéristique du véritable (?) groupe portlandien, et qu'il l'a rencontrée dans ce groupe à Alle et à Courtedoux près Porrentruy. Malheureusement les échantillons que j'ai recueillis à Courtedoux ne ressemblent nullement au dessin que M. Agassiz a donné de *T. concentrica*, surtout quant au caractère principal, qui consiste dans des rangs de tubercules plus nombreux et des tubercules eux-mêmes placés plus régulièrement. Sous ce dernier rapport, mes échantillons de Courtedoux sont absolument identiques avec ceux de *T. clavellata* de Weymouth et de Trouville. M. Agassiz, pour caractériser *T. concentrica*, dit encore que, dans les individus complets, ces séries de varices vont jusqu'à vingt. Or, dans mes échantillons de Courtedoux, je n'en ai pu compter que douze et treize, comme dans ceux de Weymouth et de Trouville. Les échantillons d'Alle que je possède sont, pour le caractère qui nous occupe, plus rapprochés de la figure et de la description de M. Agassiz de *T. concentrica*, sans cependant atteindre un nombre aussi grand de séries. Alle et Courtedoux appartiennent au même terrain, c'est-à-dire au virgulien, et la Trigonie qu'ils renferment doit donc être la même espèce ; mais on voit, par la différence qui existe sur les exemplaires des deux localités, combien peu le caractère du nombre de séries de tubercules est constant.

Cette circonstance me donne même des doutes sur une Trigonie que j'ai du corallien de Tonnerre, et qui, quant à la plus grande régularité et au plus grand nombre des rangées de tubercules, s'approche beaucoup, s'il n'est identique, de *T. concentrica*, Ag. Je rappellerai encore, à ce sujet, un échantillon du bajocien de Dundry, qui a aussi ces rangées très serrées. Du reste, pourquoi donner une si grande importance à ce caractère, quand on peut tout naturellement l'assimiler au nombre de côtes sur un fossile quelconque, et qu'on sait combien ce dernier est variable dans un grand nombre d'espèces? On se souviendra ici de l'opinion de M. Rœmer, qui, pour la *T. costata*, admet une latitude de quinze à trente côtes.

Voici mes matériaux en fait de *T. clavellata*, auxquels, vu leur insuffisance, je dois en partie suppléer par des citations :

Du *toarcien*, *T. tuberculata*, Ag. Je ne la possède pas, mais elle est citée dans la localité de Gundershofen (Bas-Rhin), par Goldfuss, Agassiz et M. Engelhardt.

Du *bajocien* de la Miotte, près Belfort ; de Dirlingsdorf (Haut-Rhin) ; de Dundry, près Bristol (Angleterre).

Du *bathonien*, *T. signata*, Ag., du Goldenthal (canton de Soleure). Quenstedt signale *T. clavellata* dans le Jura brun ε du Wurtemberg.

Du *callovien*, les Errues, près Roppe (Haut-Rhin) ; Montsec (et non Moutsec, comme cela est imprimé dans le Prodrome et dans les livres de M. Bronn), près Saint-Mihiel (Meuse).

De l'*oxfordien*, Trouville (Calvados) ; Vieux-Saint-Remy (Ardennes); Weymouth (Angleterre) ; Winckel (Haut-Rhin).

Du *corallien*, Geissberg (1), près Mandach (canton d'Argovie). Ces échantillons me paraissent identiques avec ceux de Courtedoux et ont les rangées de tubercules aussi écartées.

Du *kimmeridgien*, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) ; cap de la Hève (Seine-Inférieure) ; Courtedoux, Alle près Porrentruy (canton de Berne).

Les échantillons du kimmeridgien du cap de la Hève, d'une part, et ceux de l'oxfordien de Trouville et de Weymouth, d'autre part, ne présentent pas la moindre différence, et cependant ces échantillons sont très bien conservés, et permettent la plus minutieuse comparaison.

Les Trigonies clavellées du kimmeridgien du cap de la Hève et de Boulogne, qui ne sont rien moins que rares, et que chacun peut facilement se procurer, se rapportent bien aux figures de Sowerby et de Goldfuss, de *T. clavellata*, et cela surtout quant à l'écartement des rangées et quant à la grosseur des tubercules ; mais elles s'écartent au contraire énormément, soit de la figure dans Goldfuss, soit de la description, dans Rœmer, de *Trigonia muricata*, Goldf. La différence est telle, que la figure de Goldf., 137, 1, porte au moins vingt-deux rangées, et les rangées, là où la coquille a la plus grande largeur, ont dix-neuf tubercules, tandis que ces chiffres, pour des Trigonies de même grandeur du cap de la Hève, sont quatorze rangées et huit tubercules. Ce sont là des différences beaucoup plus importantes que celles qui ont souvent servi à faire des espèces. Nonobstant cela, *T. muricata* est adoptée dans le Prodrome comme l'espèce clavellée du kimmeridgien, et est censée identique avec l'espèce des localités françaises.

Cette T. *muricata*, Goldf., est citée par cet auteur uniquement à Torres-Vedras, en Portugal ; Rœmer y ajoute, en outre, le portlan-

---

(1) Les fossiles de cette localité, dont l'âge n'est pas bien connu, présentent un mélange de ceux habituels aux marnes kimmeridgiennes et à l'astartien.

dien de Goslar (Allemagne). Mais quel est l'âge du terrain de la localité de Torres-Vedras à laquelle la guerre de la Péninsule a donné une si triste célébrité? Je l'ignore, et cela devient d'autant plus obscur pour moi, qu'une autre, la *Trigonie*, la *T. litterata*, que M. Alc. d'Orbigny comprend aussi dans son kimmeridgien, est citée par Goldfuss à la fois dans l'oolithe inférieure et dans l'Oxford-clay de localité allemande, et enfin à Torres-Vedras.

J'ajouterai que M. Agassiz, en créant la *T. signata*, la cite à la fois dans le bajocien et dans le bathonien. Cependant, dans le Prodrome, elle ne figure que dans le premier de ces deux étages.

N.

Mytilus asper, d'Orb. ; *Mytilus subpectinatus*, d'Orb.

Sowerby, qui a créé ces deux espèces, n'a sans doute disposé que d'un très petit nombre d'échantillons de formes extrêmes, pour avoir été porté à les séparer ; aussi ne les cite-t-il que dans deux localités, la première dans le cornbrash, la seconde dans le Kimmeridge-clay.

Quoique la figure de *Mytilus asper*, de Sowerby, p. 212, s'accorde assez mal avec mes échantillons, même les anglais, je ne peux croire qu'il s'agisse d'une autre espèce que celle que je possède, et qui, n'étant pas rare dans le Bradford-clay, a dû nécessairement tomber sous la main de cet auteur. J'aime donc mieux mettre ce désaccord sur le compte du dessinateur. Mais je dois faire observer que ce qui a dû d'autant plus porter les auteurs à conserver les deux espèces, c'est que la figure citée de Sowerby répond parfaitement, par sa forme, au genre *Modiola*, tandis que celle de *Mytilus subpectinatus*, pl. 282, a la forme du genre *Mytilus*. Il n'y avait donc pas seulement deux espèces, mais deux genres ; mais ces différences de genre, qu'on a voulu trouver ici, ne sont que des variations sans constance ; j'en ai la preuve par des échantillons de l'astartien (corallien supérieur) dont la forme se rapproche aussi des Modioles.

M. Morris fait un pas de plus en faisant descendre le *Mytilus asper* jusqu'au bajocien.

M. Alc. d'Orbigny a conservé les deux espèces avec des changements de noms, et a placé la première dans le bathonien, et la seconde à la fois dans le callovien, l'oxfordien, le corallien et le kimmeridgien.

D'après la comparaison des spécimens suivants, qui sont devant moi, je crois qu'on ne peut se dispenser de réunir les deux espèces :

Du *bajocien*? marnes et lumachelles inférieures à la grande oolithe, à la Miotte, près Belfort.

Du *bathonien* de Luc, de Ranville (Calvados) ; de Sentheim (Haut-Rhin) ; de Bradford (Angleterre).

Du *callovien*, étang de Moèche, près Belfort (Haut-Rhin) ; Dives (Calvados).

De l'*oxfordien*, terrain à chailles, à Bendorf (Haut-Rhin).

Du *corallien*, terrain astartien, à Raedersdorf, à Perouse (Haut-Rhin) ; à Tonnerre (Yonne).

Ces échantillons ne présentent aucune différence essentielle ou spécifique. Les variétés des terrains plus récents semblent atteindre une plus grande taille et avoir des stries plus fines et plus nombreuses ; mais ces caractères ne sont pas suivis. Ainsi, si mon plus grand échantillon du bathonien n'a que 35 mill. de longueur, contre 60 millim. qu'a celui du terrain à chailles, j'ai un échantillon du callovien de Dives, terrain qui est à cheval sur la limite des terrains anciens et récents dont il est question ici, qui a la même longueur de 60 millim. ; mais, d'un autre côté, mes plus grands individus des trois localités du terrain astartien n'ont que 25 millim., 35,5 ; 35, soit en moyenne 32 millim. de longueur. Quant aux stries, l'individu de l'astartien de Raedersdorf les a notablement plus fortes que celui du bathonien de Ranville. Ce caractère est variable ici comme dans toutes les espèces à côtes.

J'ajoute que la forme de tous ces échantillons porte dans l'ensemble, et nonobstant toutes les variations, un cachet particulier qui la fait distinguer au premier abord de toute autre espèce.

J'ai parlé des figures de Sowerby ; celle de Goldfuss, pl. 129, f. 2, représentant le *Mytilus subpectinatus*, d'Orb., est bien ; seulement elle est insuffisante, comme cela arrive presque toujours quand on ne dessine qu'un seul individu, et ne fait pas comprendre les variétés qui se rapprochent par leur forme des Modioles.

J'ai cité l'espèce du bajocien, mais je n'insiste pas, quoique j'aie pour garant M. Morris. — La couche dont il est question est sur la limite du bajocien et du bathonien, et dont, comme je l'ai montré ailleurs, M. Alc. d'Orbigny, dans son Prodrome, place les fossiles tantôt dans l'une, tantôt dans l'autre de ces formations. Cette concession faite, je ne m'écarte plus beaucoup de l'opinion de ce savant paléontologue et géologue, puisqu'il fait déjà passer le *Mytilus subpectinatus* dans quatre étages, auxquels je n'en ajoute qu'un seul.

Le *Mytilus furcatus*, Munst., Goldf., 129, 6, de Nattheim, et dont je possède plusieurs exemplaires, ne me semble pas différer essentiellement de *M. asper*. Certainement, si on compare les figures de Goldfuss, de *M. subpectinatus*, d'Orb., avec celle de *M. furcatus*,

Münst., on aura de la peine à les considérer comme représentant une même espèce. Cependant, quand on a devant soi un grand nombre d'échantillons, on comprend que ces figures n'offrent l'image que des formes extrêmes, et qu'il existe, en dehors des planches, des passages qui les réunissent. Le *Mytilus furcatus*, Münst., par sa forme et la disposition de ses côtes, ne peut se distinguer du *M. asper*, et quant au nombre de ces dernières, j'ai des individus du bajocien de la Miotte et du bathonien de Bradford, où ces côtes ne sont pas plus nombreuses. Il reste une seule différence : ce sont les petites pointes qui existent à un quart ou un demi-millimètre d'éloignement sur les côtes du *M. furcatus*, tandis que les côtes, dans le *M. asper*, ne sont que rugueuses ou tuberculeuses ; un de mes individus de *M. furcatus*, de Nattheim, il est vrai, n'a pas de pointes, et les côtes sont seulement tuberculeuses. Pour apprécier cette différence, je fais observer d'abord que des tubercules ont un grand air de parenté avec de petites pointes, dont elles sont ordinairement l'origine et qu'elles remplacent souvent. Je me demande ensuite si la présence ou l'absence de pointes, quand tous les autres caractères sont identiques, peut à elle seule, et quand encore elle n'est pas constante, constituer une différence spécifique ; je ne le pense pas : évidemment les pointes sont un ornement de luxe, qui n'est le plus souvent pas essentiel à l'espèce. Ce principe a été reconnu et admis pour un grand nombre de mollusques qu'il serait oiseux de citer ici ; et je conclus par dire qu'ici encore il doit nous porter à réunir *Mytilus furcatus* à *M. asper*.

O.

Avicula inæquivalvis, Sow.

En examinant les échantillons nombreux et bien conservés de cette espèce du callovien de l'étang de Moèche et de Liffol-le-Grand, je n'ai pas pu leur trouver de différence avec *Avicula sinemuriensis*, d'Orb., du sinémurien. Les stries intermédiaires des côtes, que M. Alc. d'Orbigny dit manquer à la première, y existent bien nettement, et cette conformité entre des individus provenant d'étages aussi éloignés m'a fait penser que les espèces des terrains intermédiaires pouvaient bien n'en être que des variétés.

Les auteurs sont très peu d'accord sur la place à assigner, dans la série des couches, à ces espèces, et encore à deux autres, c'est-à-dire *Avicula Münsteri*, Bronn, et *A. digitata*, Deslongch., sans parler de plusieurs espèces créées tout récemment par M. Alc. d'Orbigny. Il

est très peu récréatif de s'aventurer dans le dédale des opinions qui se sont ainsi produites; mais, comme la divergence des auteurs est un argument en faveur de ma thèse, il faut bien se résigner à cette tâche tant soit peu herculéenne.

Avicula inæquivalvis, Sow. — L'auteur la place dans le kelloway-rock; Goldfuss, dans le lias et l'oolithe inférieure; Zieten, dans le lias; Rœmer, dans le lias; Morris, dans le kelloway-rock, la grande oolithe et l'oolithe inférieure; Phillips, dans l'oolithe inférieure et le lias moyen; Bronn la fait passer, d'après des citations, du lias au callovien, en y réunissant *A. sinemuriensis*, d'Orb., et *A. digitata*, Deslongch.; Quenstedt la fait passer du lias inférieur au Jura brun δ; Buvignier la place dans le lias moyen; Alc. d'Orbigny, dans le callovien.

Avicula Münsteri, Bronn. — Goldfuss la place dans l'oolithe inférieure; Morris, dans le Bradford-clay; Quenstedt la réunit à *A. inæquivalvis*, et la fait passer du lias inférieur au Jura brun δ; Buvignier la place dans l'Oxford-clay; Marcou, dans le sinémurien; d'Orbigny, avec *A. digitata*, dans le bajocien.

Avicula digitata, Deslongch. — L'auteur la place dans la grande oolithe; Morris, dans l'oolithe inférieure; d'Orbigny, avec *A. Münsteri*, dans le bajocien.

M. Alc. d'Orbigny a remanié ces faits observés, soit pour y mettre plus d'ordre et d'unité, soit pour les mieux raccorder avec l'opinion qui ne veut pas qu'une espèce passe dans plusieurs étages, et cela surtout quand ces étages sont éloignés. Il a donc conservé ces trois espèces et a attribué chacune à un terrain :

Avicula sinemuriensis, d'Orb., au terrain sinémurien, et pour laquelle il cite les figures d'*Avicula inæquivalvis*, de Goldfuss, de Zieten et de Phillips, pl. 14, fig. 4 ;

Avicula digitata, Deslong., au bajocien, à laquelle il réunit *A. Münsteri*, Bronn, et *A. inæquivalvis*, Sow. dans Phillips, p. 128;

Avicula inæquivalvis, Sow., au callovien, pour laquelle il ne cite que la figure de Sowerby.

Les nouvelles espèces, *A. Hersilia*, d'Orb., dans le bajocien; *A. Janthe*, d'Orb., et *A. Jason*, d'Orb., pourraient bien n'être que des variétés de l'espèce dont je m'occupe ici.

A ce classement, on peut objecter que M. d'Orbigny n'y tient pas compte des citations positives des auteurs : ainsi Goldfuss place son *A. inæquivalvis* à la fois dans le lias et l'oolithe inférieure, et cependant M. d'Orbigny supprime ce dernier terrain. *A. digitata*, Deslongch., devrait figurer au bathonien et non au bajocien, puisque

son auteur l'a rencontrée dans le calcaire de Caen (1), qui, d'après M. d'Orbigny lui-même, appartient au bathonien.

Je signalerai encore une erreur ou un double emploi : c'est que M. Alc. d'Orbigny cite l'*A. inæquivalvis* de Phillips aussi bien pour son *A. sinemuriensis*, du sinémurien, que pour l'*A. digitata*, du bajocien ; or, il est évident que cette espèce ne peut être scindée en deux, car Phillips (2) dit deux fois, pag. 108 et pag. 161, que son espèce se trouve à la fois dans l'oolithe inférieure et le lias moyen. On le voit, ce remaniement n'a guère avancé la question. Le seul moyen de couper court à la difficulté me paraît être de réunir toutes ces espèces ; il est, du reste, tout indiqué par les observations de quatre auteurs, qui placent *Avicula Münsteri*, Bronn, chacun dans un autre étage, depuis le sinémurien jusqu'à l'oxfordien. L'examen des matériaux que je possède confirme entièrement cette manière de voir.

J'ai cette *Avicula inæquivalvis*, Sow., du :

Sinémurien de Mirecourt (Vosges) ; de Zinsweiler (Bas-Rhin) ; de Sentheim (Haut-Rhin) ; du Galgenberg, de Eyachriss, près Balingen (Wurtemberg), dans le lias β.

Liasien du Silzbrunnen (Bas-Rhin) ; du pont du Creusot, près Semur (Côte-d'Or) ; du Galgenberg, près Balingen (Wurtemberg), dans le lias γ ; du Mont d'Or, à Lyon.

Toarcien de Gundershoffen (Bas-Rhin).

Bajocien de la Miotte, près Belfort ; du Mont d'Or, près Lyon.

Bathonien de Ranville (Calvados).

Callovien de l'étang de Moèche, près Belfort ; de Liffol-le-Grand (Vosges) ; des marnes oxfordiennes à Belfort ; des argiles de Dives (Calvados).

Oxfordien, du terrain à chailles de Winkel (Haut-Rhin) ; de Mamers (Sarthe).

Il y a dans ces variétés de terrains et de localités si diverses, on devait s'y attendre, de légères différences : il n'y a cependant que celle que présentent les échantillons du bajocien de la Miotte qui me paraît avoir une certaine importance. Sur cette variété, les côtes sur la valve droite ne sont généralement pas marquées au sommet : cette partie lisse s'étend plus ou moins vers le bord palléal jusqu'à l'atteindre quelquefois ; entre les exemplaires où la partie lisse n'a que 4 à 5 millim., à partir du sommet, et ceux où on aperçoit à peine des traces de côtes, il y a tous les passages possibles ; mes échan-

(1) *Mém. Soc. linnéenne de Normandie*, vol. VI, p. 137.
(2) *Geology of the Yorkshire coast.*

tillons de cette variété ne sont pas grands et ne dépassent pas 26 millim. de longueur; la forme en est très rapprochée d'*A. inæquivalvis* du callovien. J'ai reconnu cette particularité d'être lisse au sommet et d'avoir les côtes peu marquées à des individus exceptionnels, mêlés avec d'autres qui se trouvaient dans les conditions normales, et provenant, les uns du liasien du pont du Creusot, près Semur, les autres du bajocien de Lyon (Rhône), mais, il faut le dire, à un degré moindre qu'à ceux de la Miotte. Ces derniers doivent-ils être par ce motif séparés de *A. inæquivalvis* pour être rangés avec *A. Hersilia*, nouvelle espèce créée par M. Alc. d'Orbigny? L'irrégularité même qui existe dans le caractère des côtes affaiblies m'en fait douter. Cependant, si à tout événement il en était ainsi, cela ne changerait rien à mon raisonnement, car il resterait pour le bajocien non-seulement les exemplaires de Lyon, mais l'opinion même de M. d'Orbigny et celles de Goldfuss et de Quenstedt, etc.

Je ne pense pas que l'existence des stries intermédiaires des côtes sur la valve droite puisse être considérée comme un caractère spécifique, car ces stries sont très variables de force et de nombre. Sur treize échantillons du callovien de l'étang de Moèche et de Liffol que j'ai devant moi, dont le plus grand a 40 millim. de longueur, et qui portent huit à douze stries intermédiaires, celle du milieu étant plus forte que les autres, il y en a trois dont les intervalles des côtes sont lisses au sommet. Parmi dix-huit échantillons du callovien de Dives, il n'y en a que deux dont la valve bombée montre franchement les stries; dans sept autres, ce caractère est imparfaitement accusé et réduit souvent à la strie médiane, et enfin, dans neuf, les intervalles sont lisses; il en est de même pour mes échantillons des marnes oxfordiennes de Belfort. Les plus grands exemplaires de ces deux dernières provenances ne dépassent pas 18 millimètres de longueur. On pourrait donc bien attribuer au jeune âge l'état imparfait et obscur de ces stries.

P.

Je crois devoir réunir les espèces : *Ostrea gregaria*, Sow.; *O. solitaria*, Sow.; *O. pulligera*, Goldf.; *O. palmetta*, Sow.; *O. nodosa*, Münst.; *O. rostellaris*, Münst. Après avoir étudié avec soin les échantillons qui sont devant moi et dont l'état va suivre, j'ai acquis la conviction qu'ils constituaient tous une seule et même espèce.

Je possède cette *Ostrea :*

Du *bajocien* de la Miotte, près Belfort; des Moutiers et de Curcy (Calvados); de Dundry, près Bristol (Angleterre).

Du *bathonien* de Ranville et de Luc (Calvados); de Hamptoncliff, près Bath (Angleterre).

Du *callovien* de l'étang de Moèche (Haut-Rhin); de Liffol-le-Grand (Vosges); d'Etrochey (Côte-d'Or); de Mamers (Sarthe).

De l'*oxfordien* du terrain à chailles de Ligsdorf (Haut-Rhin); de Calabry, près Porrentruy; du Fringely, d'Oberbuchsiten, de la ferme de Bracheten (canton de Soleure); de Vieux-St-Remy (Ardennes); de Trouville (Calvados); d'Osmington, près Weymouth (Angleterre).

Du *corallien* de l'astartien à Ligsdorf (Haut Rhin); de Tonnerre (Yonne); de Sampigny (Meuse); du Monetier (Salève).

Du *kimmeridgien* de Morvillars (Haut-Rhin); d'Audincourt (Doubs); du Banné, près Porrentruy; de Sainte-Croix (canton de Vaud); du cap de la Hève (Seine-Inférieure).

Ce que j'avance ici pourra paraître hardi aux personnes qui comparent entre eux des individus isolés, de formes extrêmes, de localités ou de terrains différents; mais si l'on tient compte de la latitude qu'il convient d'accorder au genre *Ostrea*, qui en demande beaucoup plus que d'autres, parce que les individus dont il se compose, s'attachant à des corps étrangers ou à eux-mêmes, prennent par ce motif les formes les plus variées, on ne trouvera pas mon opinion si extraordinaire. Il est certain que, dans le nombre des échantillons d'un terrain donné, on trouve des individus qui ne présentent aucune différence avec d'autres de terrains plus ou moins éloignés; et aussi j'ai des individus isolés du bajocien qui sont parfaitement identiques avec d'autres du corallien. J'ajoute que, si n'était la couleur différent de la roche, il me paraît tout à fait impossible de distinguer des *O. gregaria*, Sow., du callovien de Dives, d'*O. solitaria*, Sow., du kimmeridgien du Banné. Cela met en évidence qu'il est impossible de scinder cette série non interrompue de formes variées, mais conservant le même type, depuis le bajocien jusqu'au kimmeridgien.

Analysons maintenant l'opinion des auteurs :

M. Goldfuss place *O. gregaria*, Sow., et *O. pulligera*, Goldf., dans le prétendu coral-rag; mais ce terrain, dans lequel est compris celui de la localité de Nattheim, équivaut plutôt à l'oxfordien du *Prodrome*.

Les *O. nodosa*, Münst., et *O. rostellaris*, Münst., se rencontrent un peu plus bas; mais Goldfuss n'indique pas l'étage précis; elles ne paraissent pas être abondantes, car M. Quenstedt, dans son *Handbuch* et ses autres ouvrages, n'en parle pas.

M. Rœmer attribue *O. pulligera* au corallien et *O. solitaria* au portlandien; il dit que certains individus de cette dernière espèce ressemblent beaucoup, les uns à *O. crenata*, Goldf., les autres à

O. gregaria, Sow. M. Bronn va plus loin que moi, puisqu'il réunit à *O. gregaria*, Sow., même *O. colubrina*, Goldf., ou *carinata*, Lamk. dans Zieten. M. Alc. d'Orbigny n'a pas la forme dont je m'occupe ici, ni aucune qui puisse être considérée comme son équivalent, ni dans le bajocien, ni dans le bathonien du *Prodrome*.

Cet auteur attribue *O. gregaria*, Sow., à laquelle il réunit *O. palmetta*, Sow., au callovien, à l'oxfordien et au corallien. L'*O. solitaria*, Sow., à laquelle il réunit *O. pulligera*, Goldf., il l'attribue au corallien et au kimmeridgien, et il admet donc ici une infraction à son système habituel.

Sowerby place *O. palmetta*, Sow., dans l'Oxford-clay, *O. gregaria* et *O. solitaria*, dans le coral-rag. Il cite cette dernière espèce de Weymouth; mais dans cette localité je l'ai rencontrée plus bas, c'est-à-dire dans l'Oxford-clay d'abord, immédiatement au-dessous du célèbre gîte d'*Ostrea dilatata*, et un peu plus haut dans le calcareous-grit. Sowerby, auteur des deux dernières espèces, les ayant placées au même niveau, on se demande comment il est venu à l'idée des paléontologues du continent de faire de la première l'espèce de l'Oxford-clay ou du callovien et de la seconde celle du kimmeridgien ?

M. Morris lui, à l'inverse des auteurs du continent, fait de l'*O. gregaria* une espèce plus récente que *O. solitaria;* il place la première dans le calcareous-grit et le coral-rag, la seconde dans l'inferior oolithe, le coral-rag et le Portland-stone.

M. Phillips est encore d'un autre avis : il attribue *O. gregaria*, Sow., à ses couches 6, 7 et 12 qui répondent à coraline oolithe, à lower-calcareous-grit et à impure-limestone ou oolithe inférieure.

Conybeare cite aussi *O. gregaria*, Sow., de l'oolithe inférieure de Dundry.

J'ajoute quelques observations, qui trouvent naturellement ici leur place.

On rencontre en abondance dans le bathonien de Ranville, de Luc et de Bath, une petite Huître, qui évidemment n'est autre chose que l'*Ostrea gregaria*, Sow., dans son jeune âge, et qui paraît avoir été confondue avec l'*O. costata*, Sow., dont elle diffère cependant complétement, sauf la taille. La première espèce se distingue de la seconde par des côtes plus régulières et plus fortes et qui existent sur les deux valves, et par la crénelure, due à ses côtes, dont les bords sont ornés et qui font engrener une valve dans l'autre. Ce qui a pu donner lieu à cette erreur, ce sont des valves inférieures d'*O. gregaria* mal conservées, dont le bord palléal était usé ou engagé dans la roche, et qui présentent dans cet état quelque ressemblance avec

O. costata; c'est encore l'inattention donnée à la valve supérieure, qui est cependant assez commune et souvent réunie à celle inférieure, enfin l'absence même ou au moins la grande rareté dans les trois localités d'*O. costata*, qu'on était tout naturellement disposé à y rencontrer, vu qu'elle caractérise ailleurs le bathonien.

J'ai écarté de ma synonymie *O. colubrina*, Goldf., ou *O. amor*, d'Orb., à cause de sa forme allongée et de sa section carrée ; il y a cependant quelques individus qui la relient à *O. gregaria;* mais, avec la variation si grande qui est propre à ce genre, la délimitation des espèces restera toujours un peu obscure et incertaine; aussi Goldfuss dit au sujet d'*O. gregaria:*

« La différence plus ou moins grande des deux diamètres (c'est-à-dire de la longueur et de la largeur), l'importance de la courbure, le nombre, le degré de tranchant des plis, leur disposition sur des faces latérales voûtées ou angulaires, sur un dos uni ou bombé, toutes ces différences qu'on rencontre sur ces individus du même gîte et qu'on est obligé d'expliquer par la différence d'âge et par un accroissement plus ou moins prompt, sont souvent aussi grandes que celles entre les formes d'individus qu'on peut considérer comme des espèces différentes, parce qu'on ne les rencontre pas dans les mêmes formations. »

Q.

Rhynchonella concinna, d'Orb. — Cette Rhynchonelle, qu'on trouve également dans le callovien de Liffol-le-Grand, s'éloigne à tel point par ses caractères de la forme normale de *R. concinna*, qu'on serait parfaitement autorisé à en faire une espèce nouvelle, si on la considérait isolément et sans les variétés qui l'accompagnent et qui la relient à *R. concinna*.

Voici, à tout événement, les caractères principaux de cette variété :

La forme est triangulaire, le crochet très pointu, les côtés qui s'étendent le long des arêtes cardinales offrent des surfaces planes, quelquefois même concaves, et qui forment des angles droits avec les valves. Les côtes sur la valve inférieure sont au nombre de 36. Le sinus est moins prononcé, et la plus grande épaisseur est beaucoup plus rapprochée du crochet que dans les *R. concinna*. L'angle des arêtes cardinales est de 74 degrés.

Pour pouvoir comparer les éléments de cette variété avec ceux des *R. concinna*, je réunis ici dans un tableau les différents caractères de 15 individus de *R. concinna*, provenant de Ranville.

Numeros.	ÉCHANTILLONS.	LONGUEUR réelle.	LONGUEUR considérée = 100.	LARGEUR.	ÉPAISSEUR.	Angle apicial.	Côtes de la valve inférieure.
1	Mon plus grand échantillon de Ranville.	55,00	100	105,71	57,14	115°,00	30,00
2	Moyenne de 10 échantillons adultes de Ranville . . .	25,50	100	100,78	59,60	92,40	27,20
3	1 échantillon de Ranville.	20,50	100	87,80	58,53	78,00	26,00
4	1 » » .	18,00	100	97,22	52,77	68,00	26,00
5	1 » » .	14,00	100	85,71	60,71	68,00	18,00
6	1 » » .	10,00	100	80.00	40,00	65,00	22.00
7	Variété de l'étang de Moèche et de Liffol.	26,00	100	88,46	38,46	74,00	36,00
8	Autre variété de l'étang de Moèche et de Liffol.. . .	26,50	100	101,88	65,20	79,00	32,00
9	Les extrêmes des 10 individus de Ranville..	20—29	»	78,45—113,72	38,46—86,29	84—102	22—32
10	Les chiffres de M. de Buch pour *R. concinna*. . . .	»	100	95	78	78	30

Ce tableau fait voir :

1° Que la largeur, l'épaisseur, mais surtout l'angle apicial de *R. concinna* augmentent avec l'âge; 2° que la variété 7 du callovien, qui s'écarte le plus de la forme normale, est très rapprochée des individus jeunes du bathonien de Ranville ; 3° que les éléments du n° 8, qui est la variété de passage du callovien, sont intermédiaires entre ceux du n° 2 et du n° 7 ; 4° que les chiffres moyens n° 2 diffèrent notablement de ceux indiqués par M. de Buch, qui a évidemment eu à sa disposition des matériaux d'autres localités ; 5° que les écarts des exemplaires du même gîte sont très considérables.

En résumé, ces chiffres enseignent les grandes variations que subit une même espèce, variations qui existent non-seulement en raison des localités ou des terrains différents, mais même pour des individus du même gîte. Ils montrent qu'il faut accorder une bien plus grande latitude à l'espèce qu'on ne l'a généralement fait jusqu'ici.

La forme qu'affecte cette espèce est rare dans le lias et le bajocien ; elle est, au contraire, très abondante dans le bathonien et s'efface ensuite de nouveau dans le callovien. L'oxfordien en offre un grand développement sous le nom de *R. lacunosa* et de *R. inconstans*, le corallien et le kimmeridgien sous le même nom de *R. inconstans.* M. Rœmer cite *R. concinna* jusque dans le corallien supérieur. Toutes ces formes doivent-elles être réunies comme l'ont fait les premiers paléontologues dans leur simplicité? Je suis disposé à le croire avec

M. Quenstedt; mais mes matériaux insuffisants ne me permettent pas d'appuyer cette opinion de preuves.

R.

Terebratula coarctata, Sow.; *Terebratula reticulata*, Smith.; *Terebratula Richardiana*, d'Orb.

Quand on cherche à se rendre compte de la place, dans la série des étages, qui convient aux deux premières espèces, on est très embarrassé, car on trouve peu d'accord entre les auteurs sur la question : les observations purement locales des uns, la manière de voir trop systématique des autres, n'y ont pas amené beaucoup de lumière, et ici, comme ailleurs, ce désaccord même et la grande analogie entre les 3 espèces indiquent leur réunion comme seul moyen d'aplanir la difficulté.

Ainsi *T. coarctata*, Sow., l'auteur l'attribue à la couche immédiatement au-dessus de l'oolithe de Bath, c'est-à-dire au Bradford-clay : MM. d'Orbigny et Quenstedt adoptent cette opinion; mais il en est autrement pour *T. reticulata*, que Sowerby attribue au fuller's-earth, qui est la couche immédiatement au-dessous de l'oolithe de Bath, tandis que M. d'Orbigny, tout en citant Sowerby et sa figure, place cette espèce dans le callovien, et M. Quenstedt encore bien plus haut, c'est-à-dire dans le Jura blanc, ce qui répond à peu près à la partie moyenne de l'oxfordien du *Prodrome*.

En outre, c'est cette espèce que Sowerby signale comme d'une forme plus ronde que *T. coarctata*, tandis que pour M. Quenstedt, au contraire, c'est *T. reticulata;* qui serait caractérisée par une forme plus allongée, et ici M. Quenstedt a raison, car l'espèce de Jura blanc qu'il compare à celle du Bradford-clay est effectivement un peu plus allongée.

M. Morris supprime *T. reticulata* et conserve *T. coarctata* pour le fuller's-earth, la grande oolithe et le Bradford-clay, ce qui me paraît bien plus raisonnable.

M. Bronn suit Morris et supprime *T. reticulata.*

M. d'Orbigny ayant adopté *T. coarctata* pour le bathonien, *T. reticulata* pour le callovien, crée une espèce nouvelle *T. Richardiana*, pour son oxfordien ; cette espèce correspondrait à *T. reticulata*, Smith, du Jura blanc γ du Wurtemberg. M. d'Orbigny dit qu'elle est caractérisée par une forme plus allongée et par un treillissage plus fort. Quant au premier caractère, l'observation est d'accord avec celle de M. Quenstedt et avec celle que je fais sur mes propres exemplaires du Wurtemberg; quant au second, je ne le

trouve pas fondé, en tant qu'il s'agit de la comparaison avec les échantillons du Bradford-clay, dont le treillissage est aussi fort et même parfaitement identique.

Mes exemplaires du callovien ont la même forme que ceux du bathonien et de l'oxfordien ; ils sont de plus grande taille et les stries divergentes y sont plus fines, à tel point que quelquefois on ne les aperçoit bien qu'à l'aide de la loupe. Or M. Quenstedt (1), en parlant de *T. coarctata* du bathonien de Ranville, dit précisément que les stries y deviennent souvent fines à presque disparaître, mais que la même espèce du même terrain ou du Jura brun ε, du Wurtemberg, est complétement lisse.

On se convaincra, d'après cela, qu'un peu plus ou moins de force dans les stries divergentes ne peut pas constituer un bon caractère spécifique, aussi peu ici que dans une foule d'autres espèces, parmi lesquelles nous citerons *Hemithiris spinosa*, où nous voyons varier le nombre des côtes, sur des individus de même longueur, de 26 à 90, différence beaucoup plus grande que celle qui distingue les échantillons de *T. coarctata* du callovien de ceux des autres terrains, où elle est tout au plus dans le rapport de 1 à 2, augmentée sans doute en apparence par l'état fruste des provenances du callovien.

État de mes matériaux :

Du bathonien, à Ranville, Luc (Calvados); à Hamptoncliff, à Bradford (Angleterre).

Du callovien, aux Errues (Haut-Rhin) ; à Liffol-le-Grand (Vosges); à Saint-Rambert (Ain); à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or).

De l'oxfordien, à Étrochey (Côte-d'Or); Jura blanc γ du Lochenfels, près Balingen (Wurtemberg).

S.

Marnes oxfordiennes.

Aucune des divisions du *Prodrome* de M. Alc. d'Orbigny ne répond exactement aux marnes oxfordiennes, telles qu'elles sont constituées dans les contrées de l'Est. Car pour équivalent des trois étages, 1° de l'oolithe sous-oxfordienne, 2° des marnes oxfordiennes, et 3° du terrain à chailles, bien séparés quant à tous leurs caractères et formant des horizons bien nets dans les monts Jura et même dans le Wurtemberg, le *Prodrome* ne présente que deux divisions, le callovien

(1) *Handbuch*, p. 465.

et l'oxfordien, de manière que, pour réunir la faune des marnes oxfordiennes, il faut puiser tantôt dans le callovien, tantôt dans l'oxfordien du *Prodrome*, mais plus dans le premier que dans le dernier.

Voici comment sont répartis dans le *Prodrome :* 1° les fossiles des marnes oxfordiennes de Belfort :

Dans le bathonien, 1 espèce; dans le bathonien et le callovien, 1; dans le callovien, 10; dans le callovien et l'oxfordien, 2; dans l'oxfordien, 6; dans le corallien, 1.

2° Ceux signalés par M. Marcou dans les marnes oxfordiennes des environs de Salins :

Dans le liasien, 1 espèce ; dans le toarcien, 1; dans le bajocien, 2; dans le bathonien et le callovien, 1; dans le callovien, 6; dans le callovien et l'oxfordien, 2 ; dans l'oxfordien, 7.

3° Ceux du Jura brun δ ou *Ornathenton* du Wurtemberg, en écartant tous ceux dont la synonymie est douteuse :

Dans le callovien, 7 espèces; dans le callovien et l'oxfordien, 3; dans l'oxfordien, 4.

T.

Parmi tous les genres fossiles, il n'y en a aucun, peut-être, où les paléontologues aient été aussi prodigues d'espèces, comme dans celui des Bélemnites. Aux motifs ordinaires qui entraînent à l'abus des noms, sont venues se joindre ici l'absence de caractères nets et précis et une très grande variation dans les formes. Les 400 ou 500 noms de Bélemnites, consignés dans la synonymie de l'*Index palæontologicus* de M. Bronn, témoignent de ce que j'avance ici.

Quoique les Bélemnites canaliculées aient eu aussi leur bonne part dans cette abondance, j'étais cependant sur le point de réduire les espèces assez nombreuses de ce groupe à une seule; mais une étude plus approfondie m'a fait concevoir des doutes, et j'ai dû me résigner à laisser subsister, au moins provisoirement, deux espèces, c'est-à-dire *B. canaliculatus*, Schloth., et *B. hastatus*, Blainv.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur le choix des caractères propres à distinguer entre elles les espèces canaliculées. Si M. de Blainville (1), sous ce rapport, n'est pas net, cela tient peut-être à l'insuffisance évidente des matériaux dont il disposait. Cet auteur propose 6 espèces de Bélemnites canaliculées ; les caractères dont il fait usage pour les séparer sont :

---

(1) *Mém. sur les Bélemnites.*

1° La forme conique ou hastée, courte ou effilée; 2° la grandeur de l'alvéole ou cavité; 3° les sillons latéraux.

M. Alc. d'Orbigny (1) fait deux groupes : le premier, ou les *canaliculati*, est caractérisé par, 1° la forme conique ou lancéolée; 2° par un sillon central occupant presque toute la longueur; 3° par l'absence de sillons latéraux. Le second, ou les *hastati*, est caractérisé: 1° par une forme plus allongée ou lancéolée; 2° par un sillon ventral n'existant que sur la partie antérieure; 3° par la présence de sillons latéraux.

La séparation des 3 espèces principales de M. Quenstedt : *B. canaliculatus*, *B. semi-hastatus*, *B. hastatus* (2), ne repose, en grande partie, que sur des motifs géologiques, c'est-à-dire sur la différence de l'âge des couches dans lesquelles on les rencontre. Cet auteur indique cependant, pour le *B. canaliculatus*, une forme plus conique et moins hastée.

De ces caractères, à beaucoup près, le meilleur me semble être la présence ou l'absence des sillons latéraux, quoique celui-là même ne soit pas toujours ni net ni constant. Quant à la forme plus conique et le sillon ventral existant sur toute la longueur, ces deux éléments prédominent dans les variétés des terrains les plus anciens; mais, pour arriver aux formes toujours lancéolées et aux sillons raccourcis des terrains plus récents, les passages des anciennes formes aux nouvelles sont si gradués et si multipliés, qu'il est impossible de fixer une limite, et de savoir où finit l'une et où commence l'autre.

Pour pouvoir apprécier l'importance de ces caractères, j'ai mesuré un certain nombre de Bélemnites et je vais en donner le détail.

Bélemnites des marnes oxfordiennes de Belfort.

N° 1. Le sillon large s'étend jusqu'à l'extrême pointe, la forme est un peu aplatie, le renflement est très faible et n'équivaut qu'à $0^{mm},875$; pas de traces de sillons latéraux.

N° 2. Longueur, y compris l'alvéole presque entière, 110 millimètres; largeur au renflement, $9^{mm},5$; largeur en arrière de l'alvéole, $8^{mm},25$; épaisseur, $6^{mm},50$.

Le sillon ventral s'étend jusqu'à la pointe, qui est très effilée;

---

(1) *Paléontologie française, terrains jurassiques.*
(2) *Petrefactenkunde Deutschlands, Handbuch.*

point de sillons latéraux ; ce numéro a beaucoup de rapport avec le *B. Bessinus*, d'Orb. (1).

N° 3. Longueur, 77 millimètres ; largeur au renflement, 6mm,50 ; largeur en arrière de l'alvéole, 6 millimètres ; épaisseur au renflement, 5 millimètres ; épaisseur en arrière de l'alvéole, 4mm,75.

Le sillon ventral y existe large et profond jusqu'à la pointe en s'y atténuant un peu. Sillons latéraux des deux côtés, simples, larges et très peu profonds.

N° 4. Longueur sans alvéole, 107 millimètres ; largeur au renflement, 15mm,12 ; largeur en arrière de l'alvéole, 9mm,25 ; épaisseur au renflement, 13 millimètres ; épaisseur en arrière de l'alvéole, 9mm,12.

Le sillon ventral s'élargit et perd sa profondeur vers le milieu de la longueur ; il vient mourir tout près de la pointe ; point de sillons latéraux. Cette forme approche du type normal donné par M. Alc. d'Orbigny pour *B. hastatus* et par M. Quenstedt pour celle de *B. semi-hastatus*.

N° 5. Longueur sans alvéole, 66 millimètres ; largeur au renflement, 9mm,50 ; largeur en arrière de l'alvéole, 5mm,25 ; épaisseur au renflement, 6mm,50 ; épaisseur en arrière de l'alvéole, 4mm,75.

Sillon ventral large et profond s'étendant jusqu'à l'extrémité postérieure. Double sillon latéral marqué faiblement d'un côté.

Entre les nos 4 et 5, d'un côté, et les nos 1, 2, 3, de l'autre, il existe toute sorte d'autres combinaisons des éléments qui constituent les caractères. On remarquera, dans les nos 1, 2, 3, le sillon ventral régnant sur toute la longueur ; dans le n° 2, la longue pointe effilée ; dans le n° 3, le peu de largeur comparée à la longueur de la Bélemnite ; ces différentes circonstances rapprochent ces échantillons de *B. canaliculatus*, mais ne s'accordent nullement, ni avec les figures, ni avec les descriptions données jusqu'à présent des *B. semi-hastatus* ou *B. hastatus*.

Bélemnites du callovien des Vaches-Noires.

Mes échantillons de cette localité sont moins nombreux ; cependant il y en a aussi qui s'écartent beaucoup de la forme de *B. hastatus* ou *semi-hastatus*.

N° 6. Longueur conservant à peu près la moitié de l'alvéole, 113 millimètres ; largeur à l'extrémité antérieure, 20 millimètres ; épaisseur à l'extrémité antérieure, 17mm,50.

---

(1) *Paléontologie française*, pl. 13.

Forme conique; le sillon ventral, s'effaçant un peu vers l'extrémité postérieure, existe jusqu'à la pointe, qui est assez effilée; point de sillons latéraux.

N° 7. Fragment sans alvéole; longueur, 78 millimètres; largeur à l'extrémité antérieure, 10 millimètres; épaisseur à l'extrémité antérieure, 9mm,25.

Forme d'un cône très pointu; le sillon ventral, large et profond à la base, s'étend, en s'atténuant, jusqu'à l'extrême pointe; les sillons latéraux sont représentés par des méplats à peine visibles; cependant tous ces échantillons du Calvados sont de la plus belle conservation.

Cette variété a à peu près la forme de *B. unicanaliculatus*, Hart., du bajocien de M. Alc. d'Orbigny (1). On conviendra qu'une forme aussi pointue que le n° 6 est très éloignée des figures publiées de *B. semi-hastatus* et *B. hastatus*. On peut en dire presque autant du n° 5.

N° 8. Longueur avec bonne partie de l'alvéole, 146 millimètres; largeur au renflement, 14 millimètres; largeur en arrière de l'alvéole, 6mm,50; épaisseur au renflement, 12mm,50; épaisseur en arrière de l'alvéole, 7 millimètres.

Sillon ventral profond et large jusques un peu au delà de la moitié de la longueur de la Bélemnite; là il s'aplatit et s'évanouit ensuite à la base de la pointe; les sillons latéraux sont marqués, mais pas d'une manière nette. C'est la forme type de *B. hastatus*, Blainv., de M. d'Orbigny.

Bélemnites du bajocien.

Les Bélemnites canaliculées paraissent être très rares dans le toarcien; je n'en possède pas; mais, par contre, j'en ai du bajocien; elles n'ont aucun renflement et offrent, au contraire, des variétés très coniques; la plupart, cependant, sont rapprochées de *B. Blainvillei*, Voltz (2), et de *B. canaliculatus*, Schloth. (3). Le sillon central s'étend quelquefois jusqu'à l'extrême pointe, comme dans ces figures; tantôt il n'existe que sur les 3/4 ou les 5/6es de la longueur; quelques échantillons sont un peu aplatis vers le milieu; d'autres, au contraire, ont plus d'épaisseur que de largeur; il n'y a aucune trace de sillons latéraux. Parmi ces formes variées, je dois en signaler une :

---

(1) *Paléontologie française, Terrains jurassiques*, pl. 12, fig. 9 à 16.
(2) *Paléontologie française*, pl. 12.
(3) Zieten, *Pétrifications du Wurtemberg*, pl. 21, fig. 3.

N° 9 du bajocien de Saint-Vigor; sa longueur, quoique comprenant toute l'alvéole, n'est que de 26 millimètres; son diamètre, à la base, $10^{mm},50$.

Sa forme est celle d'un cône presque régulier; le sillon ventral a $1^{mm},50$ de largeur à la base; il se rétrécit postérieurement, en conservant la même profondeur, jusqu'à l'extrémité de la pointe; point de sillons latéraux.

Cette Bélemnite ne peut pas non-seulement s'assimiler à aucune des 3 espèces que donne le *Prodrome* pour le bajocien, mais elle s'éloigne complétement de toutes les figures et descriptions de Bélemnites canaliculées; elle n'est cependant pas isolée, et se relie par des passages aux formes du bajocien dont je viens de parler.

Bélemnites canaliculées du Wurtemberg.

N° 10. *B. canaliculatus*, Schloth. Parmi les individus du Jura brun δ, il y en a qui ressemblent beaucoup à ceux du bajocien français dont il vient d'être question; aussi M. de Blainville y compare-t-il tantôt sa *B. Aldorfensis*, tantôt celle *acutus* (*Blainvillei*, Voltz), et il ne me paraît pas possible de les en séparer. Le sillon ventral approche plus ou moins de la pointe, suivant les individus; les sillons latéraux n'existent pas. M. Quenstedt, quoique disposé à admettre ce caractère pour toutes les Bélemnites canaliculées jurassiques, dit ne les avoir jamais observés sur les échantillons du Jura brun δ.

Les individus du Jura brun ε (1) forment le passage entre *B. canaliculatus* du Jura brun δ et *B. semi-hastatus* du Jura ξ; il y a même identité presque complète avec certaines variétés de cette dernière.

N° 11. Longueur avec partie de l'alvéole, 58 millimètres; largeur au renflement, $7^{mm},75$; largeur en arrière de l'alvéole, $7^{mm},12$; épaisseur au renflement, 6 millimètres; épaisseur à la base, $6^{mm},75$.

---

(1) On pourra se faire une idée plus nette de l'âge du Jura brun ε par le tableau suivant, où j'ai indiqué les divisions qu'occupent, dans le *Prodrome* de M. Alc. d'Orbigny, les fossiles de ce terrain du Wurtemberg dont je possède la plus grande partie: liasien, 1 espèce; bajocien, 5; bathonien, 10; bathonien et callovien, 2; callovien, 7; callovien, oxfordien et corallien, 1; oxfordien, 4.

Il ne peut y avoir de doute sur une détermination identique des deux côtés du Rhin, que pour l'espèce du liasien qui est *Terebratula resupinata*, Sow. Quant aux autres, les mêmes planches, celles de Zieten et de Goldfuss, ayant servi aux Allemands comme aux Français, la discordance n'est pas possible.

N° 12. Longueur avec partie de l'alvéole, 54 millimètres; largeur au renflement, 7mm,25; largeur en arrière de l'alvéole, 6mm,50; épaisseur au renflement, 5mm,50; épaisseur à la base, 6mm,25.

Dans le n° 12, le sillon ventral atteint la pointe; dans le n° 11, il en reste éloigné du quart de la longueur; point de sillons latéraux.

B. fusiformis, Mill., du Jura brun ε. M. Quenstedt ne sépare cette espèce de *B. semi-hastatus* que parce qu'elle a, dit-il, le sillon plus court, et ici, je dois le dire, cet auteur n'est pas conséquent avec lui-même, car il reproche ailleurs (1) à M. Alc. d'Orbigny, et peut-être avec raison, de s'être servi de la plus ou moins grande longueur du sillon ventral pour faire des espèces. M. Quenstedt ne veut sans doute pas mettre cette espèce avec *B. hastatus*, à laquelle elle ressemble on ne peut plus, ainsi qu'on le constatera facilement par l'inspection des figures, pl. 29 de cet auteur (2), parce que nous sommes ici dans le Jura brun ε, et que *B. hastatus* ne doit faire son apparition qu'avec le Jura blanc. Ce scrupule étonne de la part de M. Quenstedt, qui a su s'affranchir des préventions, et qui, ordinairement, ne sacrifie pas au culte des espèces parquées dans un seul étage. Pour moi, cette espèce hastée, apparaissant déjà dans le Jura brun ε, est une variété de passage qui aide à relier toutes ces Bélemnites canaliculées.

Belemnites semi-hastatus. Blainv. Les échantillons nombreux que je tiens de M. Fraas sont du Jura brun ξ, qui parallélisé avec le *Prodrome* est, comme on l'a vu, un mélange, quant aux fossiles, du callovien et de l'oxfordien, où cependant le premier prédomine. La différence entre les individus est très grande : les uns sont rapprochés de *B. canaliculatus*, Schloth.; les autres de *B. hastatus*, Blainv.; l'ensemble de l'espèce constitue donc véritablement un passage entre ces deux derniers.

Individus se rapprochant de Belemnites canaliculatus, *Schloth.*

N° 13. Longueur jusqu'à l'origine de l'alvéole, 100 millimètres; largeur au renflement, 14mm,25; largeur en arrière de l'alvéole, 11mm,50; épaisseur, 11mm,00.

Le sillon ventral s'arrête un peu avant l'extrémité, qui est courte mais très pointue; il n'existe pas de sillons latéraux. Cet échantillon est très voisin de *B. Bessinus*, d'Orb. (3), qui, tout en ayant un renflement notable, est cependant une espèce du bajocien.

---

(1) *Petrefactenkunde Deutschlands*, p. 437.
(2) *Petrefactenkunde Deutschlands*.
(3) *Paléontologie française*, pl. 13.

N° 14. Longueur jusqu'à l'origine de l'alvéole, 125 millimètres; largeur au renflement, 10^{mm},00; largeur en arrière de l'alvéole, 7^{mm},25; épaisseur au renflement, 8^{mm},25; épaisseur à l'origine de l'alvéole, 7^{mm},25.

Le sillon ventral est large et atteint presque la pointe; point de sillon latéral; on remarquera la faible largeur comparative de ce numéro ainsi que du suivant.

N° 15. Longueur jusqu'à l'origine de l'alvéole, 90 millimètres; largeur au renflement 7^{mm},50; largeur en arrière de l'alvéole, 6^{mm}, 25; épaisseur au renflement, 6^{mm},50; épaisseur à l'alvéole, 6^{mm},75.

Le sillon ventral s'évanouit aux 5/6 de la longueur; point de sillons latéraux.

Individus se rapprochant ou plutôt identiques avec B. hastatus.

N° 16. Longueur avec une grande partie de l'alvéole, 195 millimètres; largeur au renflement, 19^{mm},00; largeur en arrière de l'alvéole, 11^{mm},50; épaisseur au renflement, 16^{mm},25; épaisseur en arrière de l'alvéole, 11^{mm},75.

N° 17. Longueur avec une partie de l'alvéole, 177 millimètres; largeur au renflement, 20^{mm},00; en arrière de l'alvéole, 11^{mm},75; épaisseur au renflement, 18^{mm},00; épaisseur en arrière de l'alvéole, 12^{mm},00.

Dans ces deux numéros, le sillon ventral perd sa profondeur et s'élargit vers les 3/5 de sa longueur; de là il n'existe plus que comme une dépression à peine sensible ou comme un méplat. Sur le numéro 15 il n'y a pas de sillons latéraux; sur le numéro 17 il y en a de très légères traces et seulement d'un côté.

Belemnites hastatus, Blainv.

Presque tous mes échantillons sont du Jura blanc β; j'en ai cependant aussi du Jura blanc γ, et M. Quenstedt en cite du Jura blanc α.

N° 18. Longueur, avec une faible partie de l'alvéole, 125 millimètres; largeur au renflement, 13^{mm},75; largeur en arrière de l'alvéole, 8^{mm},75; épaisseur au renflement, 12^{mm},00; épaisseur en arrière de l'alvéole, 10 millimètres.

Le sillon ventral ne s'étend que sur la moitié de la longueur et n'atteint pas le point de la plus forte grosseur; c'est, du reste, celui de mes échantillons du Jura blanc qui est de la plus grande taille

et où le renflement est proportionnellement le plus fort. La surface un peu encroûtée ne permet pas de voir les sillons latéraux.

N° 19. Longueur jusqu'à l'origine de l'alvéole, 75 millimètres; largeur au renflement, $10^{mm},75$; largeur en arrière de l'alvéole, $5^{mm},00$; épaisseur au renflement, $10^{mm},00$; épaisseur en arrière de l'alvéole, $5^{mm},50$.

Le sillon ventral est large et existe nettement sur les trois quarts de la longueur, et, sous ce rapport, cet échantillon ressemble bien plus à *B. semi-hastatus.* Sur un des côtés, il y a un sillon unique, ondulé et bien marqué; sur l'autre côté, il est à peine indiqué.

N° 20. Longueur avec une partie de l'alvéole, 90 millimètres; largeur au renflement, $11^{mm},12$; largeur en arrière de l'alvéole, $7^{mm},12$; épaisseur au renflement, $10^{mm},00$; épaisseur en arrière de l'alvéole, 8 millimètres.

Le sillon ventral s'étend au delà de la moitié de la longueur. Les sillons latéraux sont à peine marqués.

Dans ces Bélemnites du Jura blanc, il y a beaucoup moins de variations que dans celles du Jura brun ζ; elles se réduisent à de petites différences dans la longueur du sillon ventral, dans l'épaisseur du renflement, dans l'apparition plus ou moins nette des sillons latéraux.

Pour pouvoir apprécier et comparer facilement l'importance du renflement, j'ai cherché la différence entre la partie la plus large et la partie la plus étroite de chaque Bélemnite, et l'ai mise en rapport avec la longueur considérée comme 100. La table suivante donne ce renflement relatif pour tous les individus que je viens d'examiner et quelques autres.

Rapport du renflement à la longueur = 100.

Formes des marnes oxfordiennes de Belfort : n° 2, 1,13; n° 3, 0,65; n° 4, 5,00; n° 5, 6,43.

Formes du callovien des Vaches-Noires : n° 6, 0,00; n° 7, 0,00; n° 8, 5,17.

Forme du bajocien de Saint-Vigor : n° 9, 0,00.

Forme du Jura brun δ du Wurtemberg : n° 10, 0,00.

Formes du Jura brun ε du Wurtemberg : n° 11, 1,56; n° 12, 1,36.

Formes du Jura brun δ du Wurtemberg : n° 13, 2,75; n° 14, 2,20; n° 15, 1,38; n° 16, 3,84; n° 17, 4,66.

Formes du Jura blanc du Wurtemberg : n° 18, 4 ; n° 19, 7,87 ; n° 20, 4,44.

Forme de l'astartien d'Egerkingen : n° 21, 3,40.

Dessins de M. Alc. d'Orbigny, pl. XVIII, f. 2, *B. hastatus :* n° 22, 2,14.

Dessins de M. Alc. d'Orbigny, pl. XVIII, f. 3, *B. hastatus :* n° 23, 5,52.

Dessins de M. Alc. d'Orbigny, pl. XVIII, f. 7, *B. Bessinus :* n° 24, 0,89.

Dessins de M. Quenstedt, pl. XXIX, f. 8, *B. semi-hastatus* : n° 25, 4,02.

Dessins de M. Quenstedt, pl. XXIX, f. 31, à *B. hastatus :* n° 26, 3,47.

Dessins de M. Quenstedt, pl. 29, fig. 40, *B. fusiformis :* n° 27, 3,12.

Dans l'examen que je viens de faire des caractères des Bélemnites canaliculées, celui des sillons latéraux, que je regarde comme le plus important, n'a été touché que superficiellement ; il est donc nécessaire d'en dire encore quelques mots en particulier.

Les sillons latéraux n'existent pas sur les Bélemnites canaliculées du bajocien français et du Jura brun δ et ε du Wurtemberg ; mes observations, faites, il est vrai, sur un petit nombre d'échantillons, sont conformes, sous ce rapport, avec celles de MM. Alc. d'Orbigny et Quenstedt.

Ce caractère commence à se montrer dans le callovien et le Jura brun ξ, mais il est plus constant dans l'oxfordien et le Jura blanc ; des individus, très bien conservés du reste, n'en présentent souvent pas la moindre trace. Cette absence irrégulière des sillons latéraux paraît due à plusieurs causes : 1° à l'âge des individus ; 2° à leur forme aplatie et rapprochée de *B. canaliculatus* ; 3° aux localités. Dans les jeunes individus, ce caractère existe presque toujours ; ce sont alors deux sillons, nets, parallèles, commençant un peu en avant de la pointe, se dirigeant vers l'alvéole en ligne presque droite, cependant toujours infléchie antérieurement vers le côté ventral. Très rarement ces sillons s'étendent jusqu'à l'origine de l'alvéole ; ordinairement ils finissent avec le renflement du corps de la Bélemnite, partie sur laquelle ils sont toujours plus prononcés. Souvent ces sillons finissent en s'écartant brusquement ; alors ce n'est ordinairement que celui rapproché du côté ventral qui continue. Voilà l'état régulier, peut être normal, de cet élément ; il se dégrade et est même absent, pour peu que les individus aient dépassé le premier âge de la jeunesse ; le plus souvent alors les sillons sont ondulés, de-

viennent simples, larges sans profondeur, jusqu'à arriver à l'état de méplats, et n'existent plus que d'un côté de la Bélemnite. J'ai dit que les localités avaient leur influence sur la présence de ce caractère; aussi, tandis que je ne trouve presque pas de sillons sur les individus adultes des marnes oxfordiennes de Belfort, que je les trouve très incomplétement marqués sur les échantillons du Jura brun ζ du Wurtemberg, d'autres localités offrent ce caractère bien développé, même sur des sujets adultes, telles que les marnes oxfordiennes d'Orchamps, de Montanci, et le callovien de Châtillon. Enfin, l'examen minutieux que j'ai fait de mes matériaux m'a fourni la preuve que les sillons latéraux, très fréquents sur les Bélemnites canaliculées du callovien et du Jura brun ξ à forme hastée, étaient au contraire très rares sur les individus aplatis, avec peu de renflement et un long canal ventral.

D'après les détails qui précèdent, on sera disposé, je présume, à ne pas séparer *B. semi-hastatus*, Blainv., de *B. hastatus*, Blainv.

MM. Alc. d'Orbigny et Bronn réunissent franchement les deux espèces; le dernier y joint encore, avec quelques autres noms, *B. fusiformis*, Mill. M. Quenstedt lui-même penche pour cette opinion, et, s'il maintient les deux espèces, c'est par un motif qu'il n'emploie pas habituellement pour faire des espèces, c'est-à-dire la différence de niveau à laquelle on les rencontre.

On peut résumer, comme il suit, les motifs qui militent pour l'opinion de la réunion :

1° Le renflement plus prononcé n'est pas un élément pour caractériser *B. hastatus*, car on verra par la comparaison des n°s 25 et 26 que *B. semi-hastatus* de M. Quenstedt est plus renflée que *B. hastatus*, circonstance que du reste mes échantillons du Wurtemberg confirment pleinement.

2° Les sillons latéraux, quoique paraissant un peu moins fréquents dans *B. semi-hastatus*, se présentent cependant sous la même forme et les mêmes conditions dans les deux espèces. Ils les séparent assez nettement des formes plus anciennes et constituent donc un caractère propre commun aux deux espèces, et qui doit porter à les réunir.

3° Le sillon ventral est un peu plus long et plus large dans *B. semi-hastatus*; mais d'abord ce caractère subit aussi des variations dans *B. hastatus*, et ensuite les formes dans le callovien et dans le Jura brun ζ sont si variées que, si l'on voulait tenir compte de toutes les petites différences, il faudrait y créer 3 ou 4 espèces au lieu d'une seule.

4° La différence de terrains ne paraîtra plus d'une grande impor-

tance, si l'on considère que cette forme de Bélemnite apparaît déjà dans le Jura brun ε, sous le nom de *B. fusiformis*, qu'elle subsiste jusque dans l'astartien ou corallien supérieur, comme je le ferai voir plus loin. Quand sa présence dans quatre étages successifs est ainsi constatée, l'écart d'un seul ne peut plus être un motif de séparation.

5° Le Jura brun ζ ou le callovien renferme d'une part des variétés sans ou avec peu de renflement, comme les n°s 2, 3, 6, 7, 10, 13, 14, 15, d'autre part des variétés fortement hastées, comme les n°s 16, 17, 25; on a nommé les premières *B. semi-hastatus*, bien plutôt en raison de la couche dans laquelle on les trouve, qu'en raison de leur forme, qui est plus rapprochée de *B. canaliculatus* que de *B. semi-hastatus*, forme normale, Quenst., pl. 29, f. 8. Ainsi on n'a pas craint de réunir des formes aussi éloignées, aussi disparates même, tout en séparant, pour une petite différence dans la longueur du sillon ventral, *B. semi-hastatus*, forme normale, de *B. hastatus*, le tout pour le plus grand profit du système.

Au résumé, mon opinion est qu'outre *B. fusiformis* Mill., du Jura brun ε et *B. semi-hastatus* du Jura brun ζ, les espèces suivantes doivent être réunies à *B. hastatus* Blainv.; du bathonien *B. Fleuriausus*, d'Orb.; du callovien, *B. latosulcatus*, d'Orb., *B. Duvalianus*, d'Orb.; *B. Grantianus*, d'Orb., et de l'oxfordien *B. Didayanus*, d'Orb.; *B. Sauvanausus*, d'Orb.; *B. Volgensis*, d'Orb.

Après avoir établi la liaison intime de *B. semi-hastatus* avec les variétés qui l'accompagnent et la suivent dans l'ordre des formations, j'aurais voulu en faire autant pour celles qui l'ont précédée; une foule de circonstances militaient pour cette liaison : ainsi le rapprochement des étages du Jura brun ε et ζ, le grand nombre des variétés dans ce dernier étage, dont une partie s'éloigne énormément de *B. semi-hastatus* tout en se rapprochant de *B. canaliculatus*, enfin une succession de formes passant les unes aux autres depuis le Jura brun δ jusqu'au Jura blanc γ, succession qui sera toujours une difficulté tant que l'on ne réunira pas tout; mais un obstacle s'est mis en travers et m'a paru une limite infranchissable comme la muraille de la Chine : ce sont les sillons latéraux qui caractérisent les variétés récentes et qui manquent à celles anciennes. Je suis arrivé ainsi à conserver *B. canaliculatus*, Schloth., et à y réunir les espèces canaliculées du *Prodrome*, telles que *B. sulcatus*, Mill.; *B. unicanaliculatus*, Hart.; *B. Bessinus*, d'Orb. Quant à *B. Fleuriausus*, d'Orb., du bathonien, elle appartient probablement, sa forme l'indique, à *B. hastatus*, comme du reste M. Quenstedt a au même niveau, dans le Jura brun ε, *B. fusiformis*, Mill., qui d'après la figure est

complétement identique avec *B. hastatus;* ce sont des avant-coureurs de cette dernière, précédant le gros de l'armée, et ici il y aurait donc la circonstance, que je regarde presque comme une difficulté, que *B. canaliculatus*, Schloth., et *B. hastatus*, Blainv., auraient existé simultanément dans le Jura brun ε. Si je me permets de supprimer ainsi plusieurs espèces, ce n'est pas sans motifs, et d'abord j'ai pour moi l'opinion de quelques auteurs. M. de Blainville avait déjà des doutes sur la légitimité de ses espèces : il compare tantôt *B. Altdorfensis*, Blainv., tantôt *B. acutus*, Blainv. (*B. unicanaliculatus*, Hart., d'Orb.), à *B. canaliculatus*, Schloth. MM. Quenstedt et de Buch réunissent aussi plusieurs espèces de M. de Blainville à *B. canaliculatus*, Schloth. En second lieu, les caractères sont si incertains, les variations sont si nombreuses, qu'avec un peu d'indépendance il n'est pas raisonnablement possible de séparer ces espèces. Enfin, si *B. canaliculatus*, Schloth., a vécu depuis le toarcien jusqu'au bathonien, comme je vais l'établir tout à l'heure, n'est-il pas évident qu'on ne devait pas la supprimer dans le bajocien , et qu'au moins une des espèces de ce terrain est son équivalent.

M. Alc. d'Orbigny signale dans son *Prodrome B. canaliculatus*, Schloth., déjà dans le toarcien : à ce sujet, je dois faire observer que l'espèce créée par Schlotheim est certainement celle wurtembergeoise, qui, M. Quenstedt le répète à plusieurs reprises, ne descend pas au-dessous du Jura brun δ [équivalent à l'assise supérieure du bajocien (1)]. M. de Buch, de son côté, range *B. canaliculatus*, Schloth., dans le tableau des fossiles caractéristiques qui accompagne son ouvrage *Der Jura in Deutschland*, dans son Kelloway-rock ou Jura brun ε; comment alors M. Alc. d'Orbigny place-t-il cette espèce dans le toarcien et comment la cite-t-il de ce terrain du Stuifenberg dans le Wurtemberg? Pendant que Zieten , dans lequel sans doute cette citation est puisée, indique Stuifenberg comme oolithe inférieure, et pendant que M. Quenstedt, beaucoup mieux renseigné que Zieten, dit, en parlant de Stuifenberg (2), que le riche gîte de *B. canaliculatus* qui s'y trouve, et qui renferme en même temps *Ammonites macrocephalus*, *A. triplicatus* (Backeriæ), *Terebratula varians* Rhync. Zieteni), est dans le Jura brun ε.

---

(1) Les fossiles du Jura brun δ que je possède, et quelques-uns cités par M. Quenstedt dans *Flœtzebirge Wurtemberg's* se répartissent ainsi dans les divisions du *Prodrome :* liasien, 1 ; toarcien, 1 ; bajocien, 16 ; bathonien, 1 ; callovien, 3 ; callovien et oxfordien, 2 ; callovien, oxfordien, callovien, 1 ; oxfordien, 1.

(2) *Flœtzgebirge Wurtemberg's*, 1843, p 521.

Ailleurs encore le même auteur a dit (1) : « Le principal gisement de *B. canaliculatus*, Schloth., est dans le fer oolithique à gros grain, où elle se rencontre avec *A. macrocephalus*. »

Maintenant je suis loin de contester que *B. canaliculatus*, Schloth., n'ait déjà sillonné la mer toarcienne; seulement dans ce cas il faut la laisser subsister à travers le bajocien, et jusqu'au Jura brun ε, où elle rencontrera ses camarades du Wurtemberg.

En faisant abstraction pour un moment des sillons latéraux et de la séparation en deux espèces qui en résulte, voici la succession de formes des Bélemnites canaliculées telle qu'on l'observe, principalement dans le Wurtemberg, pays vraiment classique pour les Bélemnites jurassiques, car nulle part ailleurs, je crois, ce genre n'est aussi abondant ni aussi bien conservé.

On voit *B. canaliculatus*, Schloth., commencer avec le Jura brun δ; la forme en est encore peu aplatie, souvent un peu conique, et toujours sans aucun renflement; le sillon ventral, large et profond, s'étend tantôt jusqu'à l'extrémité postérieure, tantôt finit en mourant aux trois quarts ou aux cinq sixièmes de la longueur; elle a les plus grands rapports avec les individus du bajocien français; seulement ces derniers ne montrent pas d'aplatissement. Aucune figure ni de Zieten, ni de d'Orbigny, ni de Quenstedt, ne rend l'ensemble de ces caractères. Dans le Jura brun ε l'espèce appelée du même nom devient plus comprimée; il n'y a plus rien de conique dans la forme, mais au contraire une tendance à prendre du renflement (nos 11 et 12), peut-être aussi n° 24; le sillon s'approche moins de la pointe, avec beaucoup d'exceptions cependant. La fig. 1, pl. 29, de M. Quenstedt rend assez bien cette forme, sauf que le sillon ventral y est bien court, et sauf les variétés à renflement.

Dans le Jura brun ζ les variations deviennent tellement nombreuses, qu'il n'est pas aisé de dire ce qui forme type, ou ce qui est variété. Les individus aplatis, à pointe effilée, et où le sillon atteint presque la pointe (voyez n° 2 et aussi la fig. de *B. Bessinus*, d'Orb.) ne sont pas rares, et parmi eux quelques-uns ont déjà du renflement (n° 13), d'autres sont démesurément longs par rapport à la largeur (n° 14). La forme censée normale de *B. semi-hastatus*, Blainv. (Quenstedt, pl. 29, fig. 8 a), est très abondante; mais, entre celle-ci et les variétés précédentes, tous les passages possibles existent. Généralement la longueur du sillon ventral diminue en même temps que l'aplatissement, et en même temps que le renflement augmente. Dans le Jura blanc α, β, γ, il n'y a plus, pour ainsi dire, que des individus

(1) *Petrefactenkunde Deutschlands*, p. 438. — *Handbuch*, p. 391.

fusiformes, mais quelques-uns ne présentent que peu ou point de différence avec les mêmes formes du Jura ζ ; le renflement est généralement moindre que dans ces dernières.

Ce qui distingue encore les Bélemnites du Jura blanc de celles des étages précédents, c'est une grande homogénéité dans les formes, une absence presque complète de variations.

On dirait qu'il a fallu traverser les nombreux essais, les nombreux écarts pour arriver, comme but, à cette forme si élégante du Jura blanc, qui termine la série des variations.

Voici les matériaux que j'ai eus à ma disposition dans cette étude de Bélemnites canaliculées.

Du *bajocien* de Saint-Vigor, des Moutiers (Calvados) ; de Lyon (Rhône) ; de Dundry (Angleterre) ; du Jura brun δ de Laufen, près Balingen (Wurtemberg).

Du *bathonien* du Jura brun ε du Lochenbach, près Balingen (Wurtemberg) ; du Bradford-clay de Voegisheim (grand-duché de Bade).

Du *callovien* de l'étang de Moèche, près Belfort (Haut-Rhin) ; de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or) ; de Mâcon (Saône-et-Loire) ; de la Chaux-de-Fonds (canton de Neuchâtel).

Du *callovien* et de l'*oxfordien* ou marnes oxfordiennes, de Belfort (Haut-Rhin) ; d'Orchamps (Doubs) ; de Montsec (Meuse) ; des Vaches-Noires (Calvados) ; de Lavoulte (Ardèche) ; de Montanci près Porrentruy (canton de Berne).

De l'*oxfordien*, du terrain à chailles à Oberlargue (Haut-Rhin) ; de Montanci près Porrentruy (canton de Berne) ; du Jura blanc β et γ de Streichen près Balingen (Wurtemberg).

Du *corallien*, de l'*astartien?* à Egerkingen (canton d'Argovie).

D'après ce que j'ai dit précédemment, *B. hastatus* se serait éteinte après le Jura blanc γ, ou oxfordien du *Prodrome ;* mais l'échantillon d'Egerkingen prouve qu'elle a continué d'exister jusque dans l'astartien (corallien supérieur), sinon jusque dans le kimmeridgien. Les Bélemnites canaliculées paraissent être excessivement rares dans les étages au-dessus de l'oxfordien (du *Prodrome*). Aucun auteur, que je sache, n'en signale dans ces terrains ; aussi l'échantillon dont il est question est le seul qui me soit tombé entre les mains dans mes nombreuses courses, échanges ou acquisitions.

En voici les mesures : longueur avec le commencement de l'alvéole, 88 millimètres ; largeur au renflement, 10 millimètres ; largeur en arrière de l'alvéole, 7 millimètres ; épaisseur au renflement, 9 millimètres ; épaisseur à l'extrémité alvéolaire, $7^{mm},25$.

Le sillon étroit occupe en longueur la moitié antérieure de la Bé-

lemnite, qui, du reste, est complétement identique avec celles du Jura blanc du Wurtemberg, sauf un état de conservation bien inférieur.

Il s'agit maintenant de savoir l'âge des couches d'Egerkingen, dont, autant qu'il est venu à ma connaissance, les géologues suisses ne se sont pas encore occupés; je suis donc, pour cette recherche, réduit à mes propres forces.

Parlons d'abord de la roche; elle est compacte, à grain fin, très faiblement grenue, à cassure conchoïde, fragile sous le marteau. Ces caractères sont propres à certaines variétés du corallien, mais surtout aux roches compactes de l'astartien et du kimmeridgien.

Quant aux fossiles, j'ai trouvé, dans cette carrière et dans la même roche qui renfermait la Bélemnite, les espèces suivantes :

1. *Pholadomya cor*, Ag.
2. *Ceromya excentrica*, Ag.
3. *Astarte supracorallina*, d'Orb. (*A. minima*, Phill. dans Goldfuss, *A. gregaria*, Thurm.).
4. *Trigonia costata*, Park. (*T. suprajurensis*, Ag.).
5. *Mytilus* voisin de *Mytilus Sowerbyanus*, avec stries d'accroissement sans véritables plis.
6. *Pecten inæquicostatus*, Phill. (*P. octocostatus*, Rœm.).
7. — *textorius*, Schloth. (*P. articulatus*, Goldf.).
8. — *varians*, Rœm. Cette espèce existe avec abondance dans l'astartien de Rædersdorf.
9. *Rhynchonella inconstans*, d'Orb. (*R. lacunosa*, d'Orb.).
10. *Terebratula humeralis*, Rœm. (jeune âge de *T. insignis*, Schub.).
11. Dents de *Pycnodus*.

La plupart de ces espèces sont bien conservées et ne laissent pas de doute sur la détermination.

Les nos 3, 6, 7, 8, 9, 10, indiquent une faune corallienne ou corallienne supérieure, quoique, d'après le *Prodrome*, *Pecten inæquicostatus*, Phill., se rencontre à la fois dans l'oxfordien et le corallien, *Rhynchonella inconstans*, d'Orb., dans l'oxfordien, le corallien et le kimmeridgien, *Pecten textorius*, Schloth. (variété *articulatus*), dans l'oxfordien.

Parmi les autres fossiles, *Ceromya excentrica*, Ag., habituelle au kimmeridgien, se trouve aussi, d'après le *Prodrome*, dans le corallien; d'après Studer, dans l'astartien. *Trigonia costata*, Park. (variété *suprajurensis*, Ag.), habituelle au kimmeridgien, est citée aussi par M. Studer dans le virgulien, et cela pourrait bien être la variété *T. Meriani*, Ag., que M. Alc. d'Orbigny place dans le corallien; du reste, M. Marcou signale aussi *T. suprajurensis* dans le corallien.

L'échantillon de *Pholadomya cor*, Ag., est bien conservé; il est bien conforme à la figure de M. Agassiz. Cet auteur, qui n'a connu de cette espèce qu'un seul individu, et sans indication de localité, croit, d'après la nature de la roche, qu'il appartient au portlandien (1).

---

(1) Au moment où M. Agassiz publiait ses *Études critiques sur les mollusques fossiles*, le mot de *portlandien* comprenait pour lui, ainsi que pour la plupart des géologues suisses, toutes les assises jurassiques au-dessus du calcaire à *Diceras arietina:* ainsi l'*astartien*, le *kimmeridgien*, le *virgulien* et le *portlandien*, si tant est que ce dernier existe véritablement dans les monts Jura. Il est vrai que M. de Buch avait donné l'exemple de cette classification, et qu'il était même allé plus loin, puisque, dans le tableau des fossiles caractéristiques qui termine son ouvrage *Der Jura in Deutschland*, il réunissait encore aux terrains indiqués ci-dessus le calcaire à *Diceras arietina*, pour en composer son sous-groupe de *Portland-stone*.

Si les auteurs qui ont écrit en 1839 et 1840 se sont laissés aller à employer improprement le terme de *portlandien*, l'état des connaissances géologiques à cette époque l'explique parfaitement; mais aujourd'hui on ne devrait pas persister dans ce système, qui tend à mettre la confusion dans les idées, et surtout dans celles des commençants. Et cela est si vrai que, jusque dans les derniers temps, influencé par les idées reçues et répandues pour ainsi dire dans l'air, j'ai cru naïvement que la roche de l'île de Portland, ou le Portland-stone, était tout ce qu'on peut trouver de plus identique avec ces roches compactes, fragiles sous le marteau, à texture très fine et à cassure conchoïde, qui constituent la plus grande partie des assises supérieures des monts Jura. Cependant rien, dans les roches supérieures du Jura, ne rappelle le portlandien anglais, ni leurs caractères minéralogiques, ni ceux paléontologiques : pourquoi alors choisir précisément ce nom, pour désigner un vaste groupe d'assises, et lui donner ainsi une importance et une étendue contraire aux faits, et contraire aussi à ce qui a été pratiqué par les Anglais, pour lesquels le portlandien n'a jamais été autre chose que l'étage immédiatement au-dessus du kimmeridgien.

Quant aux caractères de la roche de Portland (Portland-stone), l'exacte et même excellente description qui en a été faite, il y a bien longtemps, par MM. Conybeare et Phillips, me dispense de m'y arrêter; je dirai seulement que cette description confirme l'absence de toute analogie avec les roches des étages supérieurs des monts Jura.

Quant aux fossiles, sur 30 espèces que M. Morris signale dans le portlandien anglais (je n'y comprends pas les plantes, ni les poissons et vertébrés), il n'y en a qu'une seule, *Ostrea solitaria*, Sow., que nous retrouvons dans le Jura, mais plutôt dans le kimmeridgien que dans l'étage au-dessus; cette espèce, du reste, n'a rien de caractéristique quand il s'agit de généraliser. J'ai fait voir ailleurs qu'elle passe

Les dents plates et souvent rugueuses de *Pycnodus* appartiennent à la même espèce qu'on rencontre si fréquemment dans les carrières de Soleure, et qui ne manque pas dans celles d'Aarau.

---

dans un assez grand nombre d'étages; elle ne peut donc avoir ici aucune signification. Il ne serait sans doute pas impossible qu'en creusant bien la synonymie des 30 espèces anglaises on en trouvât encore quelques-unes communes aux monts Jura ; mais ce ne pourraient être que des espèces vagabondes qui ne prouveraient rien dans une question d'âge, comme des *Trigonies à côtes* et *clavelées*, l'universel *Ammonites biplex*, et peut-être une *Gervillia*.

Il en est tout autrement du kimmeridgien, qu'on réussit à parallélliser avec celui des monts Jura, au moyen des dépôts intermédiaires du N.-O. de la France. Ces derniers, au cap de la Hève et à Boulogne, renferment les fossiles suivants, communs au Banné et autres gîtes kimmeridgiens des monts Jura :

Natica hemisphærica, d'Orb.
Pterocera Oceani, Delab.
Pholadomya acuticostata, Sow. (*P. multicostata*, Ag.).
— *Protei*, Defr.
Ceromya excentrica, Ag.
Thracia depressa, Morris (*Ceromya tener*, Ag.).
Lavignon rugosa, d'Orb. (*Mactromya rugosa*, Ag.).
Trigonia costata, Park. (*T. suprajurensis*, Ag.).
— *clavellata*, Park. (*T. concentrica*, Ag. pars.).
Mytilus Sowerbyanus, d'Orb.
Gervillia.
Ostrea solitaria, Sow.
— *virgula*, d'Orb.
— *sandalina*, Goldf.
Rhynchonella inconstans, d'Orb.
Terebratula subsella, Leym. (*T. biplicata suprajurensis*, Thurm.).

Je ne pense pas qu'après cela on veuille contester la contemporanéité de ces couches avec le kimmeridgien des monts Jura.

Maintenant, deux fossiles caractéristiques principaux relient le kimmeridgien du N.-O. avec celui de l'Angleterre ; ce sont : *Ostrea deltoidea*, Sow., et *O. virgula*, d'Orb. Le premier excessivement abondant à Weymouth, commence à se montrer au cap de la Hève ; le second, propre au kimmeridgien anglais, se trouve à profusion à Boulogne.

Outre ces deux espèces, les plus importantes parce qu'elles se rencontrent en grande abondance, et sont propres exclusivement, au moins d'après les faits qui sont à ma connaissance, au terrain kimmeridgien, il y en a quelques autres qui se rencontrent sur les deux bords de la Manche ; ce sont : *Ammonites decipiens*, Sow., *Thracia*

Voyons maintenant quel est l'âge de Soleure et d'Aarau. M. Thurmann, enlevé trop tôt à la science et à ses nombreux amis, avait, dans ses derniers travaux, divisé le kimmeridgien en deux groupes :

---

depressa, Morris, *Trigonia clavellata*, Park., *Pinna granulata*, Sow., *Rhynchonella inconstans*, d'Orb.

Je ne cite que des fossiles du cap de la Hève et de Boulogne que je possède ; si ma collection de ces localités était plus complète, le nombre en serait sans doute un peu augmenté. D'après le *Prodrome* de M. Alc. d'Orbigny, il y aurait encore les espèces suivantes, communes aux localités françaises et à l'Angleterre : *Helcion latissima*, d'Orb. (*Patella*, Sow.), *Mytilus subpectinatus*, d'Orb., *M. asper*, d'Orb., *Pecten lamellosus*, Sow.

Si à cette concordance des fossiles principaux on ajoute que le kimmeridgien à Weymouth occupe, relativement aux assises qui lui sont inférieures, une position complétement identique avec celle du kimmeridgien du Havre, ce qui sera évident pour tous ceux qui ont visité les deux localités, on ne peut douter un instant que les deux formations ne soient contemporaines, et qu'ainsi le sera avec elles le kimmeridgien des monts Jura. Il résulte de cela que ce dernier, étant la seule des assises supérieures dont on puisse établir positivement l'équivalent en Angleterre, il était peu rationnel, une fois qu'on tenait à employer une dénomination anglaise : 1° d'abandonner celle de *kimmeridgien* pour lui substituer, tantôt celle de *strombien*, tantôt celle de *ptérocérien* ; 2° de conserver le nom de *portlandien*, et surtout de l'employer à désigner un groupe, ce à quoi on n'a jamais songé en Angleterre ; 3° de réduire ainsi de beaucoup l'importance du kimmeridgien, et d'obscurcir inutilement son parallélisme, non-seulement avec la formation anglaise et celle du cap de la Hève et de Boulogne, mais encore avec celles d'une foule d'autres localités du continent.

Je n'ai nullement l'intention de vouloir proposer une nouvelle nomenclature ; je crois que les anciens noms suffisent amplement ; cependant je crois qu'on ne doit pas laisser subsister le *virgulien* comme étage indépendant, et surtout comme un équivalent du *portlandien*, mais qu'on doit le subordonner comme sous-groupe au *kimmeridgien*. Ces deux assises sont, en effet, très rapprochées par les fossiles ; les trois quarts à peu près des espèces que je possède du virgulien de Courtedoux, d'Alle et de Montbéliard se rencontrent également dans le kimmeridgien ; M. Marcou est aussi de cet avis, et cependant il conserve le virgulien comme subdivision du portlandien. Si l'*Ostrea virgula* fait exception et caractérise particulièrement le *virgulien*, c'est un motif de plus pour la réunion de ce dernier au kimmeridgien, puisque partout ailleurs cette petite coquille est propre au kimmeridgien, et ne se rencontre ni au-dessous ni au-dessus de cet étage ; c'est aussi l'avis de MM. d'Orbigny et Morris.

Si maintenant, et pour ne pas imposer un trop dur sacrifice au patriotisme jurassique, on tient à avoir du portlandien dans les monts

1° l'hypoptérocérien, et 2° l'épiptérocérien ; d'après lui, le calcaire des carrières de Soleure forme l'assise inférieure de ce dernier. D'un autre côté, M. Studer dit que les carrières d'Aarau se rapprochent par les fossiles de l'astartien, mais qu'elles renferment aussi quelques fossiles du kimmeridgien. Si, pour ces fossiles d'Egerkingen, on représente toutes les citations par des chiffres, on trouve pour l'oxfordien, 4 ; pour le corallien, 9 ; pour le kimmeridgien, 5 ; et dès lors on ne risque pas beaucoup de se tromper en leur assignant comme niveau celui de l'astartien, et peut-être de sa partie supérieure.

Séance du 1er décembre 1856.

PRÉSIDENCE DE M. DESHAYES.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Le docteur Alexandre Boucheron, à La Valette (Charente); présenté par MM. Bayle et Coquand ;

Henri Foubert, docteur en médecine, cité Bergère, 16, à Paris ; présenté par MM. Clément Mullet et P. Michelot ;

Fedor Jagor, à Berlin (Prusse); présenté par MM. Élie de Beaumont et Ch. Sainte-Claire Deville ;

Frédéric de Lima-Mayer, à Lisbonne ; présenté par MM. de Verneuil et de Calderon ;

Jura, on le trouvera peut-être dans les couches à Nérinées, à gros *Turbo* et *Trochus* des départements du Doubs et du Jura, et que M. Marcou a été, je crois, le premier à signaler, mais dont il n'a pas fait assez ressortir la grande différence de la faune avec celles de toutes les assises plus anciennes.

Cette différence et la position de ces couches, entre le virgulien au-dessous et le néocomien au-dessus, autorisent bien à les considérer comme le seul portlandien probable dans les monts Jura. M. Alc. d'Orbigny, avec sa pénétration ordinaire, est arrivé depuis longtemps à cette conclusion, qu'il a consacrée dans son *Prodrome*.

Noguès, professeur d'histoire naturelle à l'école de Sorèze (Tarn); présenté par MM. le vicomte d'Archiac et de Verneuil.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Hébert, *Recherches sur les oscillations du sol de la France septentrionale pendant la période jurassique* (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XLIII, séance du 3 novembre 1856), in-4, 4 p.

De la part de M. W. C. Redfield, *On the relations of the fossil fishes of the sandstone of Connecticut and other Atlantic States to the liassic and oolitic periods* (from the *Amer. Journ. of sc. and arts*, sec. sér., vol. XXII, nov. 1856).

De la part de Sor. don Guillermo Schulz, *Memoria que comprende el resumen de los trabajos verificados en el año de* 1854 *por las diferentes secciones de la Comision encagarda de formar el mapa geologico de la provincia de Madrid*, in-4, 39 p., 2 cartes; Madrid, 1856; chez Aguado.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1856, 2e sem., t. XLIII, nos 20 et 21.

L'Institut, 1856, nos 1194 et 1195.

Société I. et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances, 2e série, t. XI, no 7, 1856.

Proceedings of the geological and polytechnic Society of the West-Riding of Yorkshire, 1842-1843, in-8; Leeds.

Reports of the proceedings of the geological and polytechnic Society of the West-Riding of Yorkshire, 1844 à 1855, in-8; Leeds.

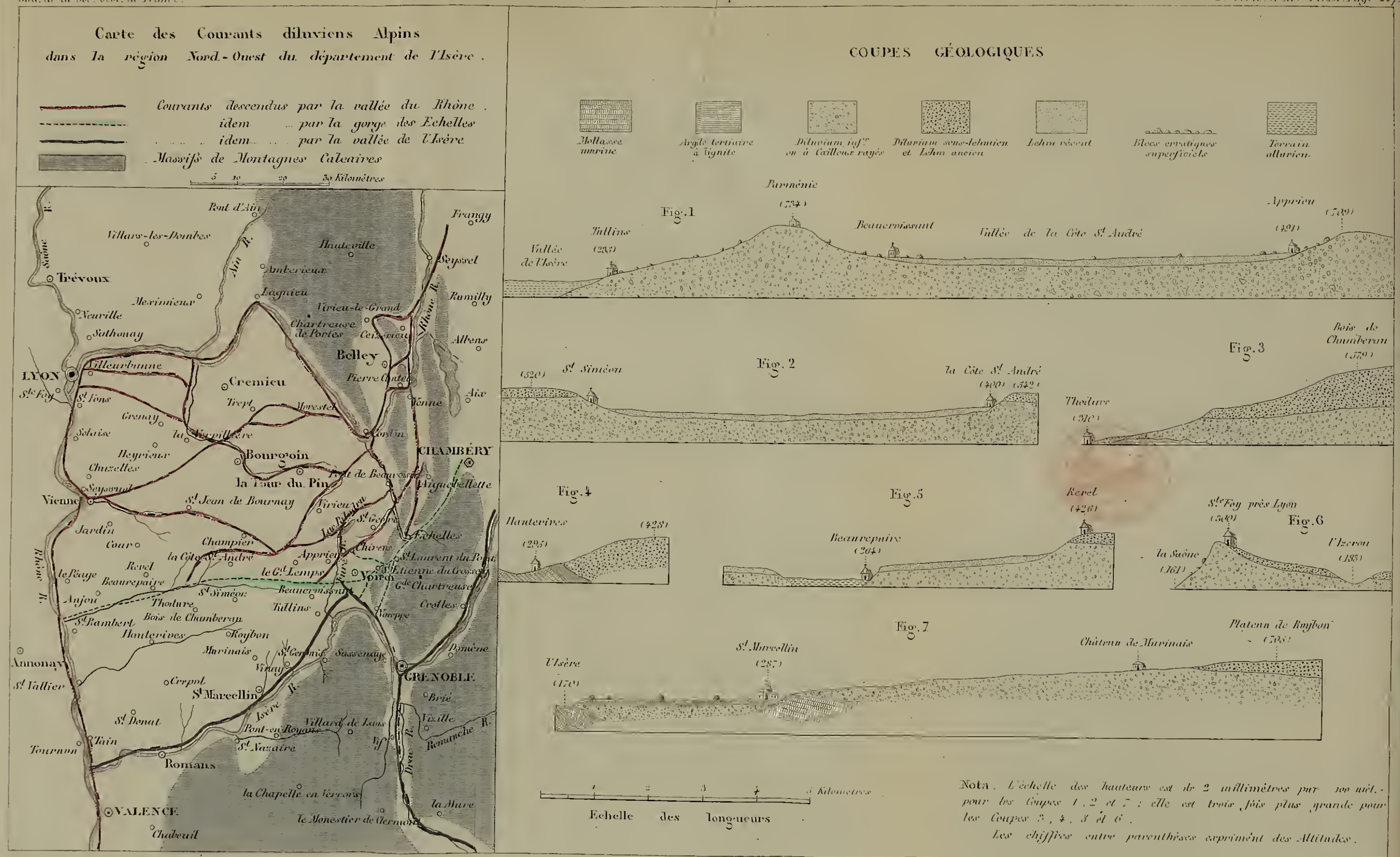
The Athenæum, 1856, nos 1517 et 1518.

Revista minera, t. VII, 1856, no 156.

Sur la proposition de M. le Président, on procède à la nomination de deux vice-présidents, en remplacement de MM. Jules Haime, décédé, et Barrande, démissionnaire.

MM. de Lorière et de Billy, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont proclamés vice-présidents de la Société pour la fin de l'année 1856.

BRITISH MUSEUM
G2 SD
NATURAL HISTORY



Gravé par Avril frères R. des Bernardins 18.

Lith. Kaeppelin à Paris.

M. Delesse donne lecture d'une notice sur M. le général de Collegno, que M. le général de la Marmora a bien voulu rédiger pour la Société géologique.

M. Sc. Gras fait la communication suivante :

Sur la période quaternaire dans la vallée du Rhône et sa division en cinq époques distinctes, par M. Scipion Gras.

Tous les géologues qui ont visité le sud-est de la France savent qu'entre le Rhône et les premières montagnes calcaires des Alpes, il existe un espace de largeur variable, rempli à peu près exclusivement d'argile, de sable et de cailloux roulés. Ces matières meubles présentent leur maximum de développement dans le département de l'Isère, où elles constituent, entre Lyon et les montagnes de la Grande-Chartreuse, une plaine très accidentée et de hautes collines dont quelques-unes atteignent jusqu'à 900 mètres d'altitude. Ce puissant terrain de transport, qui a été appelé par plusieurs auteurs *diluvium alpin*, s'étend au nord, dans la vallée de la Saône, jusqu'au delà de Dijon, et au sud, en suivant le Rhône, jusque sur les bords de la Méditerranée; mais, en se prolongeant à de si grandes distances, il perd beaucoup de son épaisseur; sa surface devient moins accidentée; il est aussi moins complet que dans le département de l'Isère, qui est à la fois son centre et son point culminant. C'est donc là qu'il offre le plus d'intérêt. Malgré les travaux de plusieurs géologues qui se sont occupés de ce vaste dépôt, il restait encore beaucoup d'incertitude sur le nombre et l'âge de ses étages. Nos études pour la carte agronomique de l'Isère nous ayant conduit à le soumettre à un examen plus approfondi qu'on ne l'avait fait jusqu'à ce jour, nous sommes parvenu à de nouveaux résultats qui embrassent la période quaternaire entière, et qui ont, par conséquent, bien plus de généralité qu'on ne pourrait le croire d'après la petite étendue des lieux observés. Nous donnerons d'abord un résumé succinct des principaux travaux qui ont précédé nos recherches.

Guettard (1), dans ses mémoires sur le Dauphiné, a divisé cette province en trois régions différentes d'après la nature du sol; il les nomme *granitique*, *calcaire* et *sablonneuse*. La région sablonneuse

(1) *Mémoires sur la minéralogie du Dauphiné*, 2 vol. in-4; Paris, 1779.

comprend principalement la partie du département de l'Isère que nous avons étudiée. L'auteur donne sur sa composition minéralogique beaucoup de détails dont quelques-uns ne sont pas dépourvus d'intérêt, mais il ne fait aucune distinction d'âge; la science n'était pas assez avancée à l'époque où il écrivait.

M. Élie de Beaumont (1) est le premier géologue qui ait porté la lumière dans ce grand dépôt détritique, où l'on ne voyait avant lui que du sable et des cailloux entassés confusément. Il en a d'abord séparé la mollasse, dont il a montré la continuité avec celle de la Suisse et de la Provence; puis il a divisé les matières de transport placées au-dessus en deux terrains distincts : le premier ne contenant que des cailloux bien arrondis et quelquefois des couches de lignite; le second composé en partie de blocs anguleux et reposant sur le précédent en stratification discordante; enfin, il a rapporté le plus ancien de ces terrains à l'étage tertiaire supérieur, et l'autre à l'époque diluvienne.

M. Leymerie (2) a publié, en 1838, sur le diluvium alpin des environs de Lyon, une courte notice dans laquelle il indique, en allant de bas en haut : 1° un dépôt local de fragments anguleux de roches du pays, empâtés dans un ciment siliceux; 2° le diluvium alpin proprement dit, composé de cailloux et de blocs de diverses grosseurs d'origine alpine, réunis quelquefois par un ciment calcaire; 3° un *lehm* ou alluvion ancienne principalement argileuse et sablonneuse, renfermant des restes de grands mammifères d'espèces perdues et des débris de coquilles terrestres semblables à celles qui vivent encore sur les lieux.

M. Rozet, dans son mémoire *Sur les montagnes qui séparent la Loire du Rhône et de la Saône* (3), mentionne dans la vallée de la Saône aux environs de Dijon et de Châlon, une formation tertiaire lacustre, tantôt calcaire, tantôt sablonneuse ou argileuse, où l'on trouve des restes de coquilles d'eau douce, appartenant à des espèces encore vivantes. Au-dessus on observe le terrain diluvien, dont la base est souvent formée de galets et de débris arrachés aux montagnes voisines, et dont la partie supérieure consiste en couches de marnes et de sables. D'après M. Rozet, ce terrain renferme des restes d'éléphants, de mastodontes et de rhinocéros.

---

(1) *Annales des sciences naturelles*, 1re série, 1830, t. XIX, p. 7 et suivantes.

(2) *Bulletin de la Soc. géol.*, 1re série, t. IX, p. 109.

(3) *Mém. de la Soc. géol.*, 1re série, 1840, t. IV, p. 128.

M. le docteur Canat (1), qui a donné des détails intéressants sur les dépôts lacustres de la Bresse, est parvenu à des résultats conformes à ceux de M. Rozet. Une coupe du terrain à Saint-Cosme, entre Châlons et Dijon, lui a offert, en allant de bas en haut : 1° une marne bleue, compacte, avec coquilles d'eau douce, semblables à des espèces encore vivantes; 2° une couche sableuse à lits ondulés et imbriqués; 3° une couche argileuse, jaunâtre, contenant des nodules calcaires et des grains ferrugineux. Ces deux dernières couches passent l'une à l'autre. Il n'en est pas de même de la marne bleue inférieure, probablement tertiaire, qui, ayant éprouvé des érosions avant d'être recouverte, est sans liaison avec le dépôt supérieur.

On doit à M. Raulin (2) une description topographique et géologique détaillée du terrain de la Bresse, qu'il rapporte en totalité à l'étage pliocène. Il s'est appliqué surtout à montrer que ce terrain formé en partie de cailloux et de gros blocs sur les bords du Rhône, en renfermait moins à mesure que l'on s'avançait vers le nord, et qu'au delà de Bourg et de la petite rivière appelée la Seille, on n'y trouvait plus que du sable et de l'argile avec quelques couches de gravier de petites dimensions.

En 1852, M. Ed. Collomb (3), réunissant ses propres observations à celles de MM. Fournet et Thiollière, a publié une notice sur les environs de Lyon, où il insiste sur la présence des blocs erratiques et des galets rayés dans le diluvium alpin. Une coupe *théorique* jointe à ce travail montre immédiatement au-dessus de la molasse : 1° un conglomérat local formé de cailloux anguleux, provenant des montagnes voisines; 2° le terrain de transport ancien de M. Élie de Beaumont avec des couches de lignite intercalées, et les autres caractères qui lui ont été assignés; 3° une formation reposant transgressivement sur la précédente et remplie de cailloux rayés et de blocs anguleux. M. Ed. Collomb ne doute pas que ce dernier dépôt ne soit un produit des glaciers des Alpes, qui, à une certaine époque, se seraient étendus jusqu'à Lyon.

Les observations des géologues lyonnais sur les caractères que présente le diluvium alpin, ont été aussi résumées par M. Drian dans sa *Minéralogie et pétralogie des environs de Lyon* (4); on y trouve beaucoup de renseignements pleins d'intérêt.

---

(1) *Bull.*, 1847, t. IV, p. 1085.
(2) *Bull.*, 1851, t. VIII, p. 627.
(3) *Bull.*, t. IX, p. 240.
(4) Un vol. in-8, Lyon, 1849.

On voit par cette analyse rapide que le grand terrain de transport des vallées de la Saône et du Rhône a été principalement étudié à son extrémité nord dans la Bresse, ou sur son bord occidental, près de Lyon ; mais, comme nous l'avons dit en commençant, ce n'est pas là qu'il se montre dans tout son développement. Pour le bien connaître, il faut s'avancer, dans le département de l'Isère, jusqu'à sa naissance au pied des premières montagnes des Alpes ; là, les traces laissées par les phénomènes d'érosion et de transport qui caractérisent la période quaternaire se montrent sur une si grande échelle, et avec des détails tellement grossis, qu'on y lit facilement toute l'histoire de cette période géologique.

Nous commencerons l'exposé de nos observations par des détails de topographie et de géologie générale.

Notions générales sur le pays décrit. — La région nord-ouest du Dauphiné que Guettard nommait caillouteuse et sablonneuse, et que nous appellerons *plaine dauphinoise*, est limitée au nord-est par les montagnes du Bugey (Ain), à l'est par celles de la Grande-Chartreuse, au sud-est par celles du Vercors (Drôme), enfin à l'ouest par la chaîne qui borde la rive droite du Rhône. Cette région est donc circonscrite de tout côté par de hautes montagnes, sauf au nord et au sud, où s'ouvrent les vallées de la Saône et du Rhône. Les matières de transport qui s'y sont accumulées, ayant subi depuis leur dépôt des érosions profondes et multipliées, présentent aujourd'hui un grand nombre de vallées subalpines à des niveaux divers, et des collines ramifiées irrégulièrement, dont les flancs sont déchirés par d'innombrables ravins. Ces dégradations ont beaucoup altéré la surface primitive du terrain ; cependant, avec un peu d'attention, on parvient à la reconstruire. Il existe autour de Roybon et, plus au nord, entre Bourgoin, la Côte-Saint-André et la Tour-du-Pin, des plateaux étendus, dont la surface peu accidentée et régulièrement inclinée indique évidemment l'ancien niveau du sol. En prolongeant cette surface par la pensée, on voit qu'elle se raccorde avec les sommités des collines voisines. On peut la suivre ainsi de proche en proche et acquérir la certitude qu'elle se relève de tout côté (1) vers une région très circonscrite, qui est le pied des montagnes de la Grande-Chartreuse. Là, en effet, entre Voiron et Saint-Geoire, se trouvent les plus hautes collines de cailloux roulés du pays ; leur altitude varie de 800 à 900 mètres. Si à partir de la plus haute de ces sommités on mène une première

(1) Ce relèvement est mis en évidence par les cotes de hauteur de la carte de France du Dépôt de la guerre. Voyez les feuilles de *Lyon*, de *Belley*, de *Grenoble* et de *Saint-Étienne*.

ligne nord-ouest sur Lyon, une seconde vers l'ouest allant rencontrer le Rhône à Jardin, un peu au-dessous de Vienne, enfin une troisième sud-ouest, aboutissant à Saint-Vallier, on observe que toutes les parties du terrain de transport non dénudées qui sont traversées par ces lignes, ou en sont peu éloignées, vont constamment en diminuant de hauteur. La pente moyenne est de $0^m,0079$ par mètre sur la première direction, de $0^m,0084$ sur la seconde, et de $0^m,0085$ sur la troisième. En outre la ligne menée de l'est à l'ouest est culminante relativement aux deux autres et à toutes celles qui seraient intermédiaires. En effet, si en suivant le cours presque rectiligne du Rhône dans la direction du nord au sud, on mesure la plus grande hauteur des cailloux roulés, on trouve qu'elle est à peu près de 320 mètres à Lyon, de 357 à l'ancien télégraphe de Seyssuel, et de 410 près de Jardin, à cinq kilomètres sud de Vienne; à partir de ce point elle va en décroissant; elle n'est plus que de 371 à Anjou et de 350 aux environs de Saint-Vallier; plus loin, elle est encore moindre. Il résulte de là que, sauf quelques irrégularités de détails qui existent aussi dans les amas de déjections modernes, le grand terrain de transport de la plaine dauphinoise a la forme d'une portion de cône très aplati, dont le sommet est au pied de la chaîne de la Grande-Chartreuse, et dont la base n'a pas moins de 70 à 75 kilomètres de rayon. La section de cet immense cône de déjection par le plan presque vertical des montagnes qui bordent la rive droite du Rhône, est une ligne dont l'altitude va constamment en augmentant depuis Lyon jusqu'aux environs de Vienne, pour diminuer ensuite jusqu'à Saint-Vallier et au delà. Cette ressemblance de forme si remarquable avec les amas caillouteux que les torrents produisent sous nos yeux en débouchant dans les vallées, suffit déjà pour indiquer que les matières accumulées dans la plaine du Rhône sont descendues des montagnes situées à l'est. L'examen minéralogique de ces matières confirme pleinement cette indication. On y reconnaît les roches les plus caractéristiques des Alpes : ce sont des protogines appartenant à toutes les variétés qui constituent la chaîne du Mont-Blanc, des diorites et des amphibolites que l'on rencontre fréquemment dans la vallée de la Romanche; des poudingues à base de schiste micacé, et des grès quartzeux, dont les pareils n'existent que dans le terrain anthracifère alpin; on y remarque surtout un grand nombre de cailloux d'un quartz blanc, sublamellaire ou grenu, quelquefois micacé, qui constitue des montagnes entières dans la Tarentaise. Parmi les cailloux calcaires, la plupart sont gris foncé, à cassure plus ou moins marneuse, et rappellent d'une manière complète le calcaire jurassique de la Savoie et du département de l'Isère. D'autres, en moindre quantité, sont blonds et paraissent

néocomiens. On y trouve aussi des spilites, des euphotides, des jaspes rouges et des roches euritiques, que l'on voit en place sur un grand nombre de points dans les Alpes.

Les issues qui ont livré passage à ces matières de nature si diverse, et en général venues de très loin, sont d'ailleurs évidentes. Si l'on examine avec quelque attention la ceinture presque demi-circulaire des montagnes situées à l'est, on y remarque trois grandes coupures ou solutions de continuité par lesquelles on peut pénétrer jusqu'au centre des Alpes (1). La première est la vallée de Belley, par laquelle le Rhône débouche à Cordon; la seconde est celle de l'Isère, qui s'ouvre à Voreppe ; la troisième, la moins large, est la gorge à l'entrée de laquelle est bâti le village des Échelles, et que l'on suit en allant de Chambéry à Lyon. Cette dernière, située entre la chaîne du Mont-du-Chat et l'extrémité nord des montagnes de la Grande-Chartreuse, n'est pas en communication immédiate avec la plaine dauphinoise; elle en est séparée par une petite chaîne calcaire qui court dans la direction du nord au sud, parallèlement aux montagnes principales. Entre-deux il y a un vallon peu large rempli de matières de transport, qui d'un côté aboutit à Voreppe, dans la vallée de l'Isère, et de l'autre à Yenne, dans la vallée du Rhône. Cette chaîne subalpine, dont la hauteur n'est en général que de 650 à 700 mètres, n'a pas été un obstacle au passage des eaux diluviennes, tant qu'elles ont coulé à un niveau élevé; elle n'a formé barrage que plus tard, après l'abaissement des courants, et c'est sans doute alors qu'elle a été coupée par eux sur plusieurs points. On compte trois de ces coupures entre Voreppe et Yenne : l'une se trouve près du village de Saint-Étienne-du-Crossey, une autre au défilé appelé la porte de Chailles, au-dessous du village des Échelles, et la troisième près du lac d'Aiguebelette, aux eaux duquel elle sert d'issue; enfin à Yenne, il y a une coupure encore plus profonde que les précédentes, qui livre passage au Rhône, au-dessous du fort de Pierre-Châtel, et un peu plus au nord on observe deux autres solutions de continuité, l'une en face de Belley, l'autre à Ceyzerieu.

Ainsi que nous l'avons dit, le terrain de transport de la plaine dauphinoise présente un grand nombre de vallées subalpines, dont les dimensions, les niveaux et les directions sont extrêmement variés. On peut cependant les partager en deux groupes bien distincts : les unes ne sont, à proprement parler, que de grands ravins qui prennent naissance dans les parties les plus élevées des collines de cailloux roulés et qui sont dues à l'action érosive des eaux pluviales; les

(1) Voyez la carte jointe à ce mémoire.

autres, plus profondes et plus larges, se prolongent jusqu'au pied des montagnes calcaires, et sont en rapport avec les diverses ouvertures que nous avons énumérées ; il est évident qu'elles ont été creusées par de grands courants descendus des Alpes. De là cette conséquence que les mêmes courants qui, pendant un certain temps, ont entassé cailloux sur cailloux, jusqu'à une hauteur de plusieurs centaines de mètres, les ont plus tard affouillés et s'y sont profondément encaissés ; autant ils avaient eu d'énergie pour déposer, autant ils en ont eue ensuite pour creuser. Nous chercherons, à la fin de ce mémoire, quelle a pu être la cause d'un changement de régime aussi étonnant. Nous ne faisons ici qu'indiquer le fait ; il est un des plus éclatants et des plus irrécusables que révèle une première étude des lieux.

Les vallées du terrain de transport qui doivent leur origine à des courants alpins sont nombreuses. Les principales sont d'abord celles du Rhône et de l'Isère, qui aboutissent à Cordon et à Voreppe, d'où elles se prolongent dans l'intérieur des Alpes. Nous citerons ensuite celle de la Côte-Saint-André, qui, à raison de sa position centrale, a reçu des eaux diluviennes provenant de toutes les solutions de continuité. Les courants, en sortant des montagnes pour se répandre dans la plaine, s'y sont divisés et subdivisés pendant un certain temps ; leur multiplicité a ensuite diminué à mesure que l'érosion du sol a fait des progrès et que les eaux sont devenues moins abondantes. Nous avons essayé d'indiquer sur notre carte ces anciens lits et leurs principales anastomoses. Leurs traces sont encore parfaitement distinctes. On les a même suivies, le plus souvent, pour établir les routes et les chemins de fer du pays, en sorte que l'ancien réseau des courants diluviens est devenu à peu près celui des voies de communication.

Après ce coup d'œil général sur le terrain de transport de la plaine dauphinoise, il nous reste à pénétrer dans son intérieur pour en connaître la constitution géologique. Nos observations ayant eu lieu successivement dans les vallées de la Côte-Saint-André, de l'Isère et du Rhône, nous suivrons le même ordre en les exposant.

Vallée de la Côte-Saint-André. — La vallée de la Côte-Saint-André est remarquable par sa largeur et sa hauteur au-dessus du niveau de la mer, ce qui lui donne l'aspect d'un plateau. Elle commence entre Apprieu et Beaucroissant, et offre, à partir de là, une pente régulière de $0^{m},006$ par mètre dirigée vers l'ouest. Au nord et au sud elle est limitée par des chaînes de collines dont la hauteur absolue va en décroissant suivant la même direction, et qui s'élèvent, en général, à 200 ou 300 mètres au-dessus de la plaine

intermédiaire. La longueur de cette vallée est au moins de 5 myriamètres et sa largeur de 5 à 6 kilomètres. A son extrémité orientale, entre Apprieu et Beaucroissant, son altitude moyenne peut être évaluée à 450 mètres. De ce côté, elle est coupée transversalement sur toute sa hauteur, par le vallon de la Fure, qui court du nord au sud. Au delà, jusqu'au pied des montagnes, le sol a éprouvé de nombreuses érosions et incline vers l'Isère.

En allant de Voiron à Apprieu, on descend jusqu'au fond du lit de la Fure, et l'on remonte ensuite en suivant les lacets d'une grande route taillée dans le sein même du terrain qui sert de base au plateau dont nous venons de parler, ce qui permet d'étudier facilement sa composition sur une hauteur d'au moins 70 mètres. La partie la plus basse montre des affleurements presque au niveau de la Fure; ils paraissent composés de galets en grande partie calcaires, de sable et de marne grise enveloppant quelques gros blocs. Un peu plus haut, les escarpements qui bordent à droite la route étant presque constamment dénudés jusqu'à une grande hauteur, et ayant même été entamés artificiellement pour l'exploitation du gravier, on peut faire une étude plus complète du terrain. On voit que sa masse principale est formée d'un mélange confus de sable, de menu gravier et de cailloux roulés de diverses grosseurs, disséminés dans une marne sablonneuse, tantôt grise, tantôt légèrement rosâtre. Les cailloux, pour la plupart bien arrondis, sont les uns calcaires, les autres quartzeux, granitiques ou amphiboliques, et présentent les variétés des roches de cette nature, les plus communes dans les Alpes. Le sable, examiné de près, paraît composé principalement d'un grand nombre de grains de quartz et de petits fragments d'un calcaire jaune ou blond; il fait toujours une forte effervescence avec les acides. La marne est intimement mêlée de sable et de gravier; il est rare de la rencontrer pure. Cette masse caillouteuse renferme çà et là un grand nombre de gros blocs, les uns anguleux, les autres grossièrement arrondis. Ce sont, en général, des granites, des diorites ou des grès à anthracite. On y remarque aussi des conglomérats anagénites à base de schiste micacé, comme ceux que l'on trouve en place à Ugine, au Freney en Oisans, et ailleurs. Quelques-uns sont calcaires et paraissent provenir de l'assise la plus élevée du terrain néocomien. La grosseur de ces blocs est variable; beaucoup ont de 70 à 80 centimètres de longueur sur 40 à 50 centimètres dans les autres sens. Nous en avons remarqué un de granite porphyroïde qui avait près d'un mètre cube de volume. Enfin, en examinant de près les cailloux calcaires, nous en avons trouvé, quoique rarement, qui présentaient des rayures fines, parallèles ou se croisant dans divers sens, et qui étaient identiques,

sous tous les rapports, avec les galets dits *glaciaires*. Nous aurons l'occasion d'en citer souvent dans la suite. Ces matières, de nature, de grosseur et d'aspect si différents, sont ici entassés pêle-mêle, sans le moindre indice de stratification. On peut les suivre, depuis le bas de la montée jusqu'au sommet, sans que le terrain change autrement qu'en offrant des proportions relatives différentes de sable, de cailloux et de gros blocs. Si, arrivé à Apprieu, on tourne à droite pour gravir la colline au pied de laquelle le village est bâti, on reconnaît qu'elle est formée d'un terrain identique avec celui qui sert de base au plateau. C'est encore un mélange de galets calcaires, quartzeux ou granitiques, avec de gros blocs disséminés dans un sable plus ou moins marneux; on y trouve aussi quelques galets rayés. Au sommet de la colline, les cailloux et les gros blocs deviennent moins nombreux, et la formation paraît terminée par une assise principalement marneuse. Son épaisseur totale apparente, comptée à partir du niveau de la Fure, n'est pas moindre de 280 à 300 mètres. On verra dans la suite que cette épaisseur est encore plus grande dans la vallée de l'Isère. Nous appellerons *diluvium inférieur* ou *à cailloux rayés*, ce puissant dépôt, que l'on peut suivre dans toute l'étendue de la plaine dauphinoise.

Si, de la colline d'Apprieu, on redescend au village pour examiner le sol superficiel du plateau, on observe qu'il est formé d'une couche de sable fin, un peu argileux, entièrement dépourvu de carbonate de chaux et souvent coloré en rouge par de l'oxyde de fer. Des cailloux roulés peu volumineux, exclusivement quartzeux ou granitiques, s'y trouvent mêlés en proportion variable. Ce gravier argilo-sableux, très différent par sa composition minéralogique du diluvium inférieur, ne présente à Apprieu qu'une épaisseur d'abord peu considérable, qui augmente ensuite à mesure que l'on s'avance vers l'ouest; il est évidemment postérieur au creusement de la vallée dont il tapisse le fond. Un dépôt du même âge, et présentant les mêmes caractères, s'observe aussi dans les vallées de l'Isère et du Rhône. Nous le nommerons *lehm récent*, par opposition avec un autre lehm d'une composition minéralogique semblable, mais d'une date plus ancienne que nous décrirons bientôt (1).

En parcourant les environs d'Apprieu et en se dirigeant de là vers Beaucroissant, on remarque un assez grand nombre de blocs erra-

---

(1) La formation indiquée par la lettre *a'* sur la carte géologique de la France, dans la vallée du Rhône, correspond exactement à notre *lehm récent*. Le *diluvium inférieur* et le dépôt que nous décrirons sous le nom de *lehm ancien* y sont marqués de la lettre *p*.

tiques *superficiels*, épars çà et là dans les champs et reposant sur la couche argilo-sableuse dont nous venons de parler. Ils ne diffèrent pas sous le rapport de la forme, de la grosseur et de la nature minéralogique de ceux qui sont enfouis dans le diluvium inférieur ; seulement leur gisement est très différent.

Aux environs de Beaucroissant, les coupures naturelles ou artificielles du sol confirment les distinctions que nous venons de faire.

Près d'un groupe de maisons appelé *le Bain*, une tranchée de plusieurs centaines de mètres de longueur, creusée pour le passage du chemin de fer de Saint-Rambert à Grenoble, a mis à découvert le dépôt inférieur, qui consiste en une masse de gravier et de sable sans consistance dans laquelle sont disséminés de très gros blocs anguleux; on y trouve fréquemment des galets rayés. Un peu à l'est, près de la jonction des routes de Lyon et de Beaucroissant, une excavation faite pour se procurer des remblais fait voir la même masse sablonneuse grise et au-dessus le lehm récent de couleur rougeâtre, ne faisant pas effervescence avec les acides et composé de gravier exclusivement quartzeux ou granitique. La ligne de jonction des deux dépôts est très sinueuse, ce qui est une preuve de leur différence d'âge.

En montant de Beaucroissant au couvent de Parménie, situé sur une haute colline au sud, le terrain paraît entièrement formé d'un mélange confus de sable, de cailloux roulés et de gros blocs anguleux quelquefois énormes. Sa composition est donc la même que du côté d'Apprieu, sauf toutefois que les galets calcaires sont ici beaucoup moins abondants. On y remarque surtout des roches de protogine, de gneiss, de diorite et d'amphibolite, originaires de l'Oisans. Les blocs erratiques superficiels sont aussi très nombreux, principalement sur le revers de la colline de Parménie qui fait face aux montagnes de la Grande-Chartreuse. On les observe également sur son flanc septentrional et plus bas sur le bord de la vallée, depuis Beaucroissant jusqu'au delà d'Izeaux, où ils sont superposés au lehm récent.

La coupe n° 1 montre quelle est entre Apprieu et Beaucroissant la disposition relative du *diluvium inférieur*, du *lehm récent* et des *blocs erratiques superficiels*. Ces trois dépôts sont indépendants et appartiennent, par conséquent, à des époques quaternaires différentes. Il est d'abord très clair que le lehm récent, qui est postérieur au creusement de la vallée, ne saurait être confondu avec le diluvium inférieur dans le sein duquel cette vallée a été creusée. Les blocs erratiques superficiels étant superposés à ce lehm sont, par le fait même, bien distincts de ceux qui sont enfouis dans le diluvium inférieur. Les mêmes blocs superficiels sont aussi indépendants du

lehm récent, car ils n'ont avec lui aucune liaison ; d'ailleurs on les trouve indifféremment au-fond de la vallée, sur le flanc des collines encaissantes et jusque sur leur sommet. Nous reviendrons plus tard sur la complète indépendance des blocs erratiques superficiels, qui constituent l'étage quaternaire le plus récent.

En faisant un peu plus à l'ouest une autre coupe passant par la Côte-Saint-André, on rencontre un quatrième dépôt distinct des précédents, dont l'existence achève de démontrer que le grand terrain de transport du Dauphiné est loin d'appartenir à une époque unique.

Le bourg de la Côte est bâti sur le lehm récent, qui a acquis en cet endroit une épaisseur de plusieurs mètres. Au nord s'élève la chaîne de collines qui limite de ce côté la vallée. Si à partir de la base de cette chaîne l'on se dirige vers son sommet, on marche d'abord sur un terrain de cailloux roulés, en partie calcaires et en partie quartzeux, qui rappelle complétement le diluvium inférieur des environs d'Apprieu, auquel il peut même être rattaché d'une manière continue.

Quand on est parvenu à peu près à la moitié de la montée, on observe que le terrain change d'aspect et de composition ; il n'offre plus qu'un sable siliceux qui renferme une grande quantité de cailloux quartzeux blancs, tous bien arrondis, mêlés de quelques galets granitiques ; vers le haut, les cailloux disparaissent et sont remplacés par une argile également dépourvue de carbonate de chaux, qui couronne la colline. Ce nouveau dépôt, dont l'épaisseur est ici de 30 à 35 mètres et qui s'élève à plus de 100 mètres au-dessus du fond de la vallée, ne peut être confondu avec le lehm récent beaucoup moins épais, situé à sa base. Ce n'est pas non plus un accident local, car il se prolonge sans changer de caractères jusque sur les bords du Rhône, à 30 ou 40 kilomètres de distance. Enfin il se montre en face, du côté de Saint-Siméon, avec les mêmes circonstances de gisement. Si en effet, après avoir traversé la plaine, on prend la route de Roybon, on rencontre bientôt le diluvium inférieur caractérisé par une grande abondance de galets calcaires, puis au-dessus une formation épaisse de sable argilo siliceux avec cailloux de quartzite, comme près de la Côte-Saint-André. La coupe n° 2 montre la position de cette formation évidemment antérieure au creusement de la vallée, puisque, au nord et au sud, elle couronne les collines entre lesquelles celle-ci est comprise.

On peut faire non loin de là, aux environs de Thodure (coupe n° 3), des observations intéressantes, qui confirment celles qui précèdent et montrent en même temps les relations du diluvium à cailloux rayés avec une marne bleue à lignite que nous rapportons au terrain tertiaire.

Le village de Thodure est situé au débouché d'un petit torrent profondément encaissé, qui conduit jusqu'au pied du plateau couvert par la forêt de Chamberan. En suivant le fond du lit, on y aperçoit de distance en distance, à droite et à gauche, des affleurements d'une couche argileuse, bleuâtre, compacte, renfermant des coquilles fluviatiles écrasées, peu distinctes, ainsi que de petits lits de bois fossile. Souvent le torrent dans ses crues détache des fragments de ce combustible et les transporte jusqu'au village. Immédiatement au-dessus il y a une masse considérable de gravier et de cailloux roulés. Quoique les affleurements de la marne bleue n'aient pas beaucoup de continuité, on reconnaît qu'elle est sans liaison géologique avec la masse caillouteuse et qu'elle avait subi des érosions multipliées avant d'être recouverte. Le dépôt supérieur est composé d'un sable grisâtre, fortement effervescent avec les acides, et de cailloux en grande partie calcaires, parmi lesquels beaucoup sont rayés. Au milieu du sable et des cailloux, on remarque çà et là de gros blocs, la plupart grossièrement arrondis et formés comme à l'ordinaire des roches les plus communes de l'intérieur des Alpes. Quelques-uns de ces blocs sont en place ; les autres, détachés des berges du ravin par les érosions pluviales, ont roulé au fond et s'y sont accumulés. Nous en avons mesuré un qui avait près de six mètres cubes de volume. L'épaisseur de ce terrain, qui offre tous les caractères du diluvium inférieur, ne surpasse pas ici 35 à 40 mètres. Au sommet des berges, il est évidemment recouvert de chaque côté, et sans transition aucune, par une assise de sable et d'argile ferrugineuse, ne faisant pas effervescence avec les acides et mêlée de cailloux de quartz. Cette formation augmente rapidement de puissance vers le sud et atteint au moins 50 mètres lorsqu'on est arrivé sur le plateau de Chamberan. Elle se prolonge de là du côté de Roybon, où elle acquiert un développement encore plus considérable. C'est par conséquent dans ce pays qu'on doit l'étudier pour avoir une idée exacte de ses caractères. Elle est composée à peu près exclusivement de cailloux de quartz blanc, compacte, grenu ou arénacé, et de jaspes de diverses couleurs, tous bien arrondis, disséminés dans une glaise sablonneuse, jaunâtre, dépourvue de carbonate de chaux. Parmi les cailloux de quartz et de grès quartzeux, quelques uns ont jusqu'à $0^m,15$ de diamètre ; plusieurs galets granitiques ou amphiboliques et, par exception, des calcaires très durs s'y trouvent mêlés. Ce dépôt ne renferme pas de gros blocs anguleux ou grossièrement arrondis; ceux que l'on remarque quelquefois à sa base, immédiatement au-dessus du diluvium inférieur, peuvent être attribués à celui-ci et paraissent remaniés. On n'y trouve pas non plus de galets rayés. En général, quand il est bien développé et qu'il n'a pas

subi de dénudation, il offre deux assises : l'une inférieure, puissante, où les galets de quartz sont très nombreux ; l'autre supérieure, n'ayant que quelques mètres d'épaisseur et formée principalement de sable et d'argile. Celle-ci renferme assez habituellement de petites concrétions de fer hydraté, dont le volume varie depuis la grosseur d'un grain de plomb jusqu'à celle d'une noix ; on en voit beaucoup près de Roybon, sur la route de Saint-Marcellin. Cette assise supérieure offre tous les caractères de la formation appelée *lehm* ou *lœss* dans la vallée du Rhin, et nous croyons qu'elle en est contemporaine (1). Sur le plateau de Chamberan, les deux assises dont nous venons de parler ne sont pas nettement séparées ; mais aux environs de Lyon et de Vienne, elles paraissent indépendantes. La plus récente atteint en général un niveau bien plus élevé que l'autre ; on la voit s'étendre sur des terrains à surface inégale et en suivre toutes les ondulations. En conséquence, nous la distinguerons en lui donnant le nom de *lehm ancien*, et nous appellerons diluvium *sous-lehmien* ou *à quartzites* la formation à gros cailloux de quartz située immédiatement au-dessous. La composition du lehm ancien est assez variable : fort souvent il est entièrement ou presque entièrement dépourvu de carbonate de chaux ; dans certaines localités, il en renferme au contraire une proportion notable. Tantôt c'est le sable et tantôt l'argile qui y domine avec quelques graviers peu volumineux.

A l'ouest de Thodure, la vallée de la Côte-Saint-André a éprouvé une dénudation qui a enlevé la couche argilo-siliceuse superficielle et a pénétré jusqu'à une certaine profondeur dans le terrain sous-jacent ; il en est résulté un petit bassin rempli de matières alluviennes, et limité à droite et à gauche par des escarpements de 15 à 20 mètres de hauteur que forme le diluvium à cailloux rayés. Le village de Beaurepaire est bâti dans l'intérieur de ce bassin, au pied de la berge droite (voir la coupe n° 5). Le lehm récent, de quelques mètres d'épaisseur, qui couronne cette berge, s'étend à partir de là jusqu'au pied de la colline de Revel, où il existe un second affleurement de marne et de cailloux calcaires, et, au-dessus, le diluvium à quartzites en bancs peu épais, servant de support au village. Sur son versant nord la même colline offre une masse considérable de sable calcaire sans mélange de gravier, appartenant probablement au diluvium inférieur ; on l'exploite avec activité dans le pays pour le marnage des terres que constitue le lehm récent.

---

(1) Il existe dans la vallée du Rhin plusieurs lehm d'âge différent. C'est au plus ancien que nous rapportons la formation des environs de Roybon.

En continuant à se diriger vers le nord, on perd les traces du diluvium à cailloux rayés ; on voit, au contraire, la formation à quartzites s'étendre d'une manière continue dans tous le pays environnant. Entre Cour et Primarette elle repose sur la molasse marine, dont il existe en cet endroit quelques exploitations; plus loin, près de Vienne, elle recouvre immédiatement les collines de granite qui bordent les deux rives du Rhône. Cette indifférence de superposition, jointe aux caractères minéralogiques constants dans leur ensemble qui la distinguent, mettent son indépendance en évidence.

Les blocs erratiques superficiels, qui sont nombreux entre la Côte-Saint-André, Apprieu et Beaucroissant, manquent ou sont rares entre la Côte et Beaurepaire ; pour les retrouver, il faut se diriger du côté de Vienne. On en voit beaucoup aux environs de cette ville, où ils reposent sur le lehm ancien. Cette superposition est une nouvelle preuve, qu'il y a une grande différence d'âge entre ces blocs superficiels et ceux de dimensions également considérables que renferme le diluvium à cailloux rayés, puisqu'il y a entre-deux une formation puissante dans le sein de laquelle il n'existe pas de gros débris anguleux. Au reste, les blocs erratiques superficiels sont indépendants à la fois du diluvium à cailloux rayés et de tous les autres dépôts quaternaires; c'est une conséquence de leur gisement à tous les niveaux, et de leur dispersion à la surface de tous les terrains. Ainsi on les rencontre au fond des grandes vallées du Rhône et de l'Isère, presque au niveau des alluvions modernes ; puis sur les flancs de ces mêmes vallées, à diverses hauteurs; enfin, sur des plateaux ou sur des cols très élevés. Nous citerons particulièrement ceux que MM. Fournet et Thiollière ont observés à la Chartreuse de Porte, au-dessus de Villebois, à près de 1,000 mètres d'altitude. Ils recouvrent indifféremment le calcaire secondaire, la molasse marine et les deux lehm que nous avons distingués ; ils sont d'ailleurs sans liaison avec le sol sous-jacent ; on les dirait déposés d'hier. En examinant leur gisement avec attention, on reconnaît que dans le plus grand nombre des cas leur distribution est en rapport avec la configuration actuelle du sol; par exemple entre Apprieu et Beaucroissant, où nous les avons déjà cités, ils sont beaucoup moins abondants au milieu de la vallée que sur les bords, où ils figurent deux moraines latérales. En les suivant depuis Tullins jusqu'aux environs de Morestel, on remarque qu'ils sont répandus à profusion sur la pente des collines qui regarde les Alpes, tandis qu'ils sont rares sur le revers opposé ; ils ne sont jamais plus nombreux qu'en face des diverses solutions de continuité que présentent les montagnes. On doit conclure de l'ensemble de ces faits, que nous groupons ici par anticipation, que le pays avait exactement

sa configuration actuelle lorsque les blocs erratiques superficiels s'y sont déposés. En outre, puisque ceux-ci reposent sur tous les autres dépôts diluviens et en sont indépendants, le phénomène de leur dispersion a dû être le dernier de la période quaternaire.

L'argile bleue à lignite, dont nous avons signalé l'existence dans le ravin de Thodure, se montre bien plus développée à 13 kilomètres de là, près d'Hauterives (coupe n° 4). Dans cette localité elle offre une puissance d'environ 15 à 20 mètres, et renferme deux couches de lignite bien réglées, dont la plus épaisse a $1^m,50$. D'un côté elle repose sur la molasse marine, à laquelle elle est liée par des alternances et d'une manière si intime, ainsi que l'a observé M. Thiollière, qu'elle paraît n'en être que le prolongement. D'un autre côté, elle s'enfonce sous le diluvium à quartzites, qui constitue au nord un plateau couvert de bois, faisant suite à celui de Chamberan. La ligne de contact des deux formations paraît très-sinueuse. La marne bleue près du lignite renferme un grand nombre de coquilles fluviatiles et terrestres qui ont été examinées par M. Michaud (1). Sur vingt-six espèces décrites par ce naturaliste, dix-sept seraient nouvelles, trois analogues ou identiques avec des coquilles fossiles des environs de Paris, une analogue à une espèce qui habite l'Amérique, enfin trois encore vivantes sur les lieux. Ces dernières sont les espèces *Valvata piscinalis* (Drap.), *Carychium minimum* (Drap.) et *Cyclostoma elegans* (Drap.) (2).

Nous rapportons également à la formation lacustre d'Hauterives, les couches de marne bleue lignitifère et coquillière des environs de la Tour-du-Pin, et celles de Pommier près de Voreppe. Ces dernières sont évidemment intercalées dans le sein d'une masse de poudingue et de macigno, dont l'épaisseur est au moins de 90 mètres. Le poudingue est à ciment calcaire et à noyaux en partie siliceux, tous bien arrondis, sans mélange de gros blocs, ni de galets rayés. On a trouvé dans la marne associée au lignite une dent de mastodonte et des cérites, dont une espèce a été rapportée par M. Deshayes au *Cerithium tricinctum* (Broch.). La même marne renferme habituellement des coquilles d'eau douce aplaties, peu distinctes, qui cependant paraissent semblables à celles d'Hauterives. Ce terrain, pris dans son en-

---

(1) *Description des coquilles fossiles découvertes dans les environs d'Hauterives* (*Drôme*), Lyon, 1855

(2) Ce résultat n'est pas admis sans modifications par M. Deshayes, qui rejette les espèces vivantes et les rapporte, ainsi que la plupart des autres, à des coquilles déjà connues dans les faluns de la Touraine.

semble, offre tous les caractères de la formation que M. Élie de Beaumont appelait en 1830 *terrain de transport ancien*. A sa base il est intimement lié à la molasse marine, comme à Hauterives, et en haut il est recouvert transgressivement par un amas sans consistance de gravier mêlé de blocs anguleux qui correspond à notre diluvium à cailloux rayés. On est aujourd'hui d'accord pour regarder cette formation lignitifère comme étant l'étage le plus élevé des terrains tertiaires du Dauphiné.

Nous allons résumer en quelques mots les principaux faits que l'étude de la vallée de la Côte-Saint-André et des environs nous a fait découvrir.

Au-dessus des roches secondaires, le terrain le plus ancien est évidemment la molasse marine, à laquelle a succédé la marne bleue à lignite, quelquefois associée à des masses considérables de poudingue. Ces deux formations, intimement liées l'une à l'autre, ont clos la période tertiaire dans le Dauphiné. Après avoir subi des érosions qui ont modifié leur surface, elles ont été recouvertes par un puissant amas de sable, de marne et de cailloux roulés sans stratification distincte, qui renferme souvent de très gros blocs plus ou moins anguleux et des cailloux calcaires finement rayés, identiques avec les galets dits glaciaires. A cet amas caillouteux a succédé d'abord un autre diluvium caractérisé par une grande prédominance de galets quartzeux, puis un lehm composé principalement d'argile et de sable. Ces deux derniers dépôts diffèrent du diluvium à cailloux rayés par leur composition minéralogique et par l'absence des gros blocs; ils s'étendent transgressivement sur d'autres terrains, ce qui annonce une époque distincte. Après le lehm, il s'est produit une grande érosion qui a donné naissance à la vallée de la Côte-Saint-André, et qui a été suivie d'un second lehm argilo-sableux moins épais que le premier. Ce second lehm a rempli le fond de la vallée et en a nivelé la surface. Enfin sont venus les blocs erratiques superficiels, dont le gisement annonce une indépendance complète des dépôts précédents.

Nos observations dans la vallée de l'Isère, que nous allons maintenant faire connaître, nous ont conduit à des conclusions semblables.

Vallée de l'Isère.— L'Isère, en sortant des montagnes à Voreppe, parcourt d'abord un bassin spacieux dont le contour, demi-circulaire vers le nord, s'étend jusqu'à Saint-Gervais. Ce bassin, rempli d'ailluvions modernes, ne date probablement que du commencement de l'époque actuelle. A partir de Saint-Gervais, la rivière est étroitement encaissée dans le sein du terrain tertiaire, et le reste de la vallée a conservé presque intactes les formes qu'elle avait prises pendant la période quaternaire. On y remarque trois terrasses qui

sont en général très distinctes. La première constitue la plus grande partie de la rive gauche et la plaine de Vinay sur la rive droite; sa hauteur moyenne au-dessus de l'Isère est d'environ 70 mètres. La seconde s'élève au moins à 50 mètres au-dessus de la précédente ; elle supporte le village de Tesche, entre Vinay et Saint-Marcellin, et un peu plus à l'ouest celui de Saint-Sauveur. La troisième ne surpasse la seconde que de 10 à 12 mètres : c'est le plateau qui sert de base à la ville de Saint-Marcellin ; son altitude absolue est de 300 mètres. Ce dernier étage, en se prolongeant vers le nord-est, diminue de largeur et s'efface en partie par l'effet des dégradations. On peut néanmoins suivre sa trace au-dessus de Vinay, de Tullins et de Renage, et parvenir à le rattacher presque sans solution de continuité au plateau de Beaucroissant. On acquiert ainsi la preuve qu'à une certaine époque les vallées de l'Isère et de la Côte-Saint-André, dont l'altitude diffère aujourd'hui de 250 mètres, étaient au même niveau. Le cours d'eau qui les parcourait, se bifurquait aux environs de Beaucroissant. La vallée de l'Isère, s'étant creusée avec plus de rapidité, probablement à cause du voisinage des montagnes, vers le pied desquelles les courants aiment à se porter, toutes les eaux diluviennes ont fini par s'y réunir. Dès lors la vallée de la Côte-Saint-André a cessé de s'approfondir : elle est restée en quelque sorte en l'air. Le même phénomène se reproduit tous les jours dans les lits de déjection de nos rivières torrentielles, mais sur une échelle infiniment moindre.

Les trois étages de la vallée de l'Isère que nous venons d'indiquer ont tous la même constitution géologique. Le terrain qui leur sert de base est un puissant dépôt de marne, de sable et de cailloux mêlés de gros blocs, dont les caractères ne diffèrent en rien de ceux du diluvium inférieur. La surface du sol est formée d'une couche argilo-sableuse, peu épaisse, légèrement ocreuse, identique avec celle que nous avons nommée ailleurs *lehm récent*. Enfin, sur les bords de l'Isère, et ailleurs, au fond des coupures profondes, on observe, sous le diluvium inférieur, des affleurements de la molasse marine. Cette succession de dépôts est évidente en suivant la grande route qui conduit du pont d'Iseron à Saint-Marcellin. A l'endroit où le pont a été construit, l'Isère est encaissée entre des berges de molasse, qui présentent un escarpement de 30 à 35 mètres. Au-dessus de cette formation, dont la surface est sinueuse, on voit s'élever à droite, jusqu'à 80 mètres de hauteur, une masse de cailloux et de sable qui a été coupée sur une grande longueur afin d'y établir la route, ce qui permet d'étudier facilement sa composition. Elle offre à peu près le même aspect que le diluvium inférieur des environs

d'Apprieu, et renferme les diverses roches alpines déjà souvent citées. Les gros blocs y sont fréquents et en général arrondis; la plupart sont de nature calcaire. Lorsqu'on est parvenu au sommet de la montée, on voit le dépôt à gros blocs disparaître sous une couche rougeâtre, formée de menus cailloux de granite et de quartz, recouverts par de l'argile et du sable siliceux. Cette couche, dont l'épaisseur ne paraît pas dépasser 0m,70 à 1 mètre, occupe tout le plateau formé par le deuxième et le troisième étage de la vallée. En le parcourant, on y rencontre çà et là des blocs superficiels disséminés. (Voy. la coupe n° 7.)

Une coupe semblable s'observe sur le chemin de Saint-Marcellin au Pont-en-Royans. En sortant de la ville, on marche d'abord sur le lehm récent, puis bientôt, lorsque la route commence à descendre sur le flanc droit du ravin de Gumane, on voit immédiatement au-dessous le diluvium à gros blocs, facilement reconnaissable à sa couleur grise, à la marne et aux cailloux calcaires qu'il renferme. En continuant à descendre, la molasse paraît à son tour. La ligne de contact de celle-ci avec le diluvium à gros blocs, qui lui est superposé, est à découvert sur une grande longueur, et son irrégularité ne permet pas de douter qu'il n'y ait eu entre-deux une dénudation opérée par des eaux courantes.

La descente de Tesche, en allant de Saint-Marcellin à Vinay, offre une troisième coupe très intéressante. Afin de ménager la pente de la route qui en cet endroit passe de l'étage le plus élevé de la vallée sur le plus bas, on a fait dans le diluvium inférieur des entailles qui le mettent à nu. On y remarque quelques galets rayés et beaucoup de gros blocs calcaires assez bien arrondis, comme au pont d'Iseron.

Le premier étage de la vallée règne principalement sur son flanc gauche, où l'on a établi la route départementale de Saint-Gervais à Saint-Nazaire-en-Royans. Sur presque toute sa longueur, la coupe du terrain est uniforme : on voit à la base la molasse affleurant sur les bords de l'Isère, au-dessus le diluvium à cailloux rayés, et tout à fait en haut le lehm récent. Celui-ci est ferrugineux et argilo-sableux comme à l'ordinaire; il enveloppe quelquefois à sa partie inférieure de gros blocs erratiques qui paraissent remaniés et appartenir au diluvium inférieur. D'autres blocs erratiques, tout à fait superficiels, le recouvrent fréquemment. Cette couche argilo-sableuse n'est pas plus épaisse que celle de même nature qui est superposée au deuxième et au troisième étage de la vallée, près de Saint-Marcellin. Cette ressemblance fréquente de caractères minéralogiques et de puissance entre ces diverses couches, quoiqu'elles soient situées à des niveaux

très différents, nous conduit à examiner si leur formation a eu lieu dans le sein de la même nappe d'eau, après l'entier creusement de la vallée, ou si, au contraire, elles se sont déposées successivement sur chaque terrasse après chaque creusement partiel. Cette dernière hypothèse nous paraît la seule admissible. Car, si le sol avait eu sa forme actuelle lorsque le lehm récent a commencé à se déposer, les matières qui composent celui-ci se seraient accumulées principalement au fond de la vallée, et elles présenteraient sur la terrasse la plus basse une épaisseur bien plus grande que sur les autres, ce qui est démenti par l'observation. D'un autre côté, un courant de 70 mètres de profondeur avec l'inclinaison qu'indique la surface des terrasses aurait eu une vitesse énorme et n'aurait pas abandonné des matières en grande partie ténues. La formation que nous avons appelée *lehm récent* se divise donc en plusieurs sous-formations analogues par leur origine et leur composition, et cependant distinctes sous le rapport de l'âge.

Le troisième étage de la vallée de l'Isère est dominé au nord par un plateau profondément découpé, dont l'altitude moyenne est d'environ 600 mètres. En se dirigeant de ce côté, on rencontre d'abord la molasse, qui forme la base de toutes les collines voisines de Saint-Marcellin ; puis le diluvium inférieur, suffisamment caractérisé par quelques galets rayés ; enfin, au sommet, une couche d'argile compacte rougeâtre, dépourvue de carbonate de chaux et mêlée, à sa partie inférieure, de cailloux de quartz. Cette assise argileuse, dont l'épaisseur n'est d'abord que de cinq à six mètres, représente le lehm ancien et couronne le plateau sur tous les points où les érosions n'ont pas entamé sa surface. Elle donne au sol végétal une grande ténacité et le rend presque imperméable à l'eau. En s'étendant vers le nord, sa puissance augmente, et, de ce côté, on peut la rattacher, sans solution de continuité, à la formation de même nature qui constitue la forêt de Chamberan. La succession des dépôts que nous venons d'indiquer s'observe commodément et avec évidence sur la route de Saint-Marcellin à Roybon. Après avoir quitté la molasse à 2 kilomètres de la ville, on marche pendant longtemps sur le diluvium inférieur, composé principalement de marne sablonneuse et de cailloux roulés, quelquefois agglutinés et passant au poudingue. Enfin, au delà du château de Murinais, tout près du dixième kilomètre, on voit les galets calcaires disparaître brusquement et s'enfoncer sous une couche épaisse de cailloux exclusivement quartzeux et de glaise jaunâtre qui couvre tout le plateau à l'est de Roybon. Il résulte de là que le diluvium à quartzites et le lehm ancien occupent la partie la plus élevée du massif de collines situées entre la Côte-Saint-André et

Saint-Marcellin, et que leur superposition sur le diluvium à cailloux rayés, que nous avions déjà constatée sur le versant qui regarde la Côte, n'est pas moins claire sur le versant opposé.

La molasse qui supporte le diluvium inférieur, au nord de Saint-Marcellin, s'enfonce rapidement sous le même terrain aux environs de cette ville, et lorsqu'on la retrouve, à quelques kilomètres de là, sur les bords de l'Isère, elle s'est abaissée d'au moins 150 mètres. Une différence de niveau aussi énorme prouve évidemment qu'avant le dépôt du diluvium le plus ancien, la vallée avait été creusée dans le sein du terrain tertiaire. Un fait entièrement semblable peut être constaté sur les bords du Rhône, où le plus souvent on n'aperçoit même pas la ligne de contact de la molasse et du diluvium inférieur, tandis que, non loin de là, comme à Bourgoin et au Pont-de-Beauvoisins, cette ligne s'élève à plus de 200 mètres au-dessus du fleuve. On doit en conclure que, tout à fait au commencement de la période quaternaire, la plaine dauphinoise avait éprouvé des dénudations qui ont été surtout profondes sur les points où coulent aujourd'hui le Rhône et l'Isère. Les vallées qui renferment ces cours d'eau existaient donc déjà à cette époque, et elles n'avaient pu être creusées que par des eaux descendues des Alpes. La configuration physique de cette chaîne de montagnes, sauf quelques traits de détail, ainsi que la pente générale du sol, étaient, par conséquent, les mêmes qu'aujourd'hui.

La partie de la vallée de l'Isère comprise entre Voreppe et Saint-Gervais est remplie, comme nous l'avons dit, d'alluvions modernes, composées principalement d'un limon fin, légèrement sablonneux, d'une grande fertilité. On n'y remarque aucun bloc erratique à sa surface ni dans son intérieur. En s'approchant de Tullins, on voit sortir de dessous les alluvions le diluvium inférieur, bien caractérisé par ses gros blocs et ses cailloux rayés; il constitue, au nord du village, une chaîne de collines très élevées, qui séparent l'extrémité orientale de la vallée de la Côte-Saint-André de celle de l'Isère. La plus haute de ces sommités, où se trouve le signal géodésique de Morsonna, n'a pas moins de 787 mètres au-dessus du niveau de la mer, ou de 587 mètres au-dessus du niveau du terrain alluvien. Ce dernier nombre exprime, par conséquent, l'épaisseur apparente du diluvium inférieur, dont la puissance réelle est bien plus considérable, puisqu'on n'aperçoit aucune trace de la molasse au fond de la vallée. On peut faire aux environs de Tullins une étude complète de ce diluvium. Outre qu'il compose les hautes collines dont nous venons de parler, il sert de base au plateau profondément raviné où sont les communes de Rives, de Voiron et de Saint-Étienne-du-Cros-

sey. Son aspect n'est point partout le même. Habituellement il consiste en un amas confus et sans consistance de marne sablonneuse, de gravier et de cailloux roulés, les uns quartzeux ou granitiques, les autres calcaires, le tout mêlé de quelques gros blocs et de galets rayés. Nous l'avons signalé avec ces caractères à Apprieu, à Thodure et au pont d'Iseron. On le rencontre aussi tel sur la route de Tullins à Vinay, à peu de distance du premier village. Sur d'autres points, les cailloux roulés dominent presque exclusivement et sont agglutinés par un ciment calcaire probablement postérieur au dépôt et dû à des infiltrations incrustantes (1). Ces cailloux, formant un poudingue plus ou moins solide, alternent quelquefois avec des strates de sable presque pur, et présentent une stratification grossière, peu étendue, tout à fait comparable à celle des lits de sable et de gravier des rivières torrentielles. Cela indique que leur dépôt s'est effectué dans le sein d'une nappe d'eau traversée par des courants. Ailleurs, le poudingue constitue des veines à ramifications irrégulières, ou même quelquefois de petits amas sans liaison apparente avec le reste de la masse, tellement qu'au premier abord on les croirait arrachés à un terrain préexistant et roulés dans le gravier incohérent qui les entoure ; mais ce n'est là qu'une apparence due à des variations brusques dans la consistance et la proportion relative des cailloux. Enfin, dans certains lieux, le diluvium inférieur est complétement dépourvu de cailloux roulés et de gros blocs ; c'est une masse de sable pur renfermant à peine quelques graviers. Souvent ce sable, composé au moins de 70 pour 100 de silice, est exploité pour les constructions : il existe une carrière de cette nature sur la route de l'Albenc à Saint-Gervais, à droite en sortant du village, et une autre à l'entrée de la ville de Voiron, en venant de Chirens. Cette diversité d'aspect pourrait faire croire à des terrains différents, si l'on n'étudiait pas la formation dans son ensemble et sur les points où il y a des transitions ; il est rare, en la suivant sur une certaine longueur, de ne pas y trouver de gros blocs ou bien les cailloux rayés qui la caractérisent.

Aux environs de Voiron et de Rives, et à mesure que l'on s'approche du pied des montagnes, la proportion des gros blocs et des galets rayés du diluvium semble augmenter. Les blocs à formes anguleuses non altérées sont aussi plus fréquents et mieux caractérisés.

---

(1) Dans quelques localités, ainsi que l'a remarqué M. Fournet, le calcaire est si abondant, qu'il a donné naissance à des concrétions tuberculeuses irrégulières, et même à de petites couches qui simulent une formation tertiaire lacustre.

Nous avons particulièrement remarqué entre Voiron et Saint-Étienne-du-Crossey, sur les bords de la grande route, un quartier énorme de schiste micacé aux trois quarts enseveli dans une carrière de gravier ouverte récemment. Ses arêtes étaient certainement aussi vives et aussi fraîches que celles d'un échantillon de cette roche que l'on aurait taillé pour le cabinet. Il formait un tel contraste avec les cailloux de quartz, tous bien arrondis, qui l'enveloppaient, qu'il m'a paru impossible d'admettre que leur mode de transport eût été le même.

Les blocs erratiques superficiels abondent entre Tullins, Rives et Voiron; ils sont surtout accumulés sur le versant oriental des collines qui, au nord-est de Voiron, font face aux montagnes de la Grande-Chartreuse. Près du hameau de Voise, à plus de 500 mètres d'altitude, nous avons observé un groupe considérable de ces blocs, qui presque tous étaient formés d'un grès quartzeux gris très dur, commun dans le terrain anthracifère. Leur ressemblance mutuelle, sous le rapport minéralogique, était telle, qu'évidemment ils provenaient du même rocher. De pareils groupes de blocs, tous de même nature, sont fréquents en Suisse, où ils ont été signalés depuis longtemps par M. de Charpentier (1), qui en a tiré un argument puissant en faveur de la théorie glaciaire.

Les faits qui précèdent et leurs conséquences peuvent être résumés ainsi :

Dès le commencement de la période quaternaire, avant qu'il ne se formât aucun dépôt, la vallée de l'Isère, aux environs de Tullins, avait été creusée plus profondément qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Le diluvium inférieur est venu ensuite niveler l'excavation, et s'est élevé au-dessus à une très grande hauteur; il a été suivi de la formation à quartzites et du lehm ancien.

Plus tard la vallée de l'Isère a été creusée de nouveau, mais l'érosion n'a pas été continue. Il y a eu des intervalles d'arrêt indiqués par trois terrasses successives. Sur chaque terrasse, après que le travail de l'érosion a été suspendu, il s'est déposé, comme dans la vallée de la Côte-Saint-André, une couche peu épaisse de lehm récent.

Le diluvium à quartzites et le lehm ancien couronnent le plateau compris entre Saint-Marcellin et la Côte-Saint-André; leur superposition au diluvium inférieur est également visible des deux côtés de ce plateau.

A Tullins, le diluvium inférieur a plus de 587 mètres de puis-

(1) *Essai sur les glaciers*, p. 139.

sance; il paraît renfermer d'autant plus de galets rayés et de gros blocs, que l'on est plus près des montagnes. Parmi les gros blocs il en est à arêtes vives qui n'ont pu être transportés par le même agent que les cailloux roulés.

Les blocs erratiques superficiels deviennent aussi plus abondants à mesure que l'on s'approche des montagnes; ils sont particulièrement nombreux sur le versant des collines des environs de Voiron, qui regarde les Alpes. Leur dépôt est postérieur à la configuration actuelle du pays.

Vallée du Rhône. — Le Rhône, depuis sa sortie des montagnes jusqu'à Lyon, est confiné aujourd'hui dans un lit unique, souvent très étroit; mais il n'en a pas toujours été de même. A l'époque où le volume des eaux diluviennes descendant des Alpes était à son maximum, et avant que la plaine dauphinoise n'eût été profondément creusée, le cours d'eau qui débouchait à Cordon se divisait, à partir de là, en plusieurs grands courants. L'un d'eux, continuant à suivre la direction sud-ouest, qui est à peu près celle de la gorge de Belley, passait par la vallée de Virieu et allait se jeter dans celle de la Côte-Saint-André, un peu au-dessous de ce bourg. Plusieurs branches secondaires s'en détachaient à l'ouest et coulaient vers Vienne et Lyon. Un autre courant, remontant vers le Pont-de-Beauvoisins, recevait les eaux qui s'échappaient des gorges d'Aiguebelette et de la porte de Chailles, et puis se divisait pour gagner également la vallée de la Côte-Saint-André par Saint-Geoire et le lac Paladru. Un troisième courant occupait l'emplacement du Rhône actuel, sauf qu'un peu en amont de Morestel il se partageait en deux branches, dont l'une suivait le bassin resté marécageux, appelé les *Marais de Bourgoin*, et allait rejoindre l'autre au nord-ouest de Crémieu. Plus tard, par l'effet d'une inégalité dans les progrès de l'érosion, les deux premiers courants se sont taris, et toutes les eaux, dont le volume avait probablement diminué, se sont concentrées dans les deux branches du troisième. Enfin, la branche des *marais de Bourgoin* ayant été mise à sec à son tour, il n'est resté que le lit actuel.

Le nord de la plaine du Dauphiné ayant été envahi dans diverses directions par les eaux de l'ancien Rhône, ainsi que nous venons de l'expliquer, il en est résulté de ce côté un développement assez considérable du lehm récent. On l'observe en effet depuis les environs du Pont-de-Beauvoisins jusqu'au delà de Morestel, et surtout au sud-est de Lyon, où il couvre la surface d'une vaste plaine que nous allons faire connaître.

En suivant la route de Bourgoin à Lyon, on quitte le bassin de la Bourbre près du village de Grenay; on monte alors sur une plaine

élevée, qui de là s'étend jusqu'au Rhône. Pour adoucir la rampe on a fait dans le sol une échancrure profonde qui a mis à découvert une grande quantité de blocs anguleux, la plupart granitiques, ayant quelquefois jusqu'à un demi-mètre cube de volume : ils paraissent enfouis dans une marne très sablonneuse sans consistance, mêlée seulement de quelques cailloux roulés, en grande partie calcaires, parmi lesquels plusieurs sont rayés. Au sommet de la montée ce terrain est recouvert d'une couche peu épaisse d'un sable argileux sans carbonate de chaux, coloré en rouge par de l'oxyde de fer, et renfermant beaucoup de galets de quartz et de granite. Quoique le village de Grenay soit fort éloigné d'Apprieu et de Saint-Marcellin, et qu'il y ait impossibilité d'établir entre ces localités une liaison géologique continue, cependant les deux formations que nous venons de décrire offrent une telle ressemblance avec celles que nous avons nommées plus haut diluvium inférieur et lehm récent, que nous n'avons pas hésité à les identifier. Si, après avoir franchi la rampe mentionnée plus haut, on continue à se diriger vers Lyon, on marche constamment sur la couche argilo-sableuse qui donne à toute la surface du sol une teinte rougeâtre assez prononcée. De distance en distance on rencontre, à droite et à gauche de la route, des excavations pour l'extraction du gravier, qui ont mis à découvert le terrain inférieur facile à distinguer à sa couleur grise. L'épaisseur du gravier ferrugineux paraît très variable et souvent ne dépasse pas $0^m,30$ à $0^m,40$. La ligne de séparation des deux dépôts est, en général, nette et sinueuse. On observe cependant quelquefois des enchevêtrements de l'un dans l'autre, ou une transition ménagée. Cette liaison accidentelle n'est pas étonnante ; une indépendance constante et complète le serait davantage, car les courants qui ont amené le lehm récent ont dû parfois entamer le terrain inférieur et mêler le produit de l'érosion aux matières transportées de plus haut.

La plaine du Rhône, entre Lyon et Grenay, présente au-dessus du terrain alluvien au moins deux étages, liés l'un à l'autre par une pente en général douce, ce qui fait que leurs limites ne sont pas tranchées. Le premier étage est celui où se trouve Villeurbanne ; son altitude, près de son bord occidental, est de 182 mètres. Le second, plus élevé de 30 à 40 mètres, sert de support à Saint-Denis-de-Bron et à plusieurs autres villages épars dans la plaine, tels que Genas, Pusignan, etc. On remarque que ces deux étages ont, en se prolongeant, une double pente ascendante très rapide, l'une à l'est, du côté des Alpes, l'autre au sud, vers l'arête culminante du terrain de transport. Le plan inférieur est recouvert par le gravier ferrugineux que nous avons décrit, et le plus élevé par une couche plus épaisse d'argile

sablonneuse, remplie parfois de gros cailloux de quartz. Cette formation, que nous rapportons au lehm ancien, probablement remanié, commence à se montrer bien caractérisée près de Venissieu. Le pied du monticule, qui domine au sud le village, est formé d'une masse considérable de sable gris, fortement effervescent avec les acides, entièrement semblable à celui du diluvium inférieur, sauf que les graviers y sont rares; on y a creusé une excavation assez profonde pour l'exploiter. En continuant à monter, on voit au-dessus de ce sable une autre assise également sablonneuse, mais presque entièrement dépourvue de carbonate de chaux; elle est d'une teinte plus foncée, ou même légèrement ferrugineuse, ce qui permet de distinguer assez nettement sa ligne de contact, qui fait quelques sinuosités. La couche supérieure suit la pente de la colline, et en constitue entièrement le sommet; en l'examinant sur le versant qui regarde le Rhône, on la trouve superposée à de gros cailloux de quartz qui ont jusqu'à 10 ou 12 centimètres de diamètre. Ce lehm ancien, qui atteint ici 225 à 230 mètres d'altitude, va en s'élevant graduellement du côté de Saint-Symphorien d'Ozon, de Ternay et de Communay, où nous le retrouverons bientôt.

La plaine dauphinoise se termine sur les bords du Rhône par un escarpement de hauteur variable, qui présente ordinairement une belle coupe de terrain quaternaire. Cette coupe est surtout intéressante à Saint-Fons, parce qu'elle y montre la superposition du diluvium inférieur sur la molasse, et que l'irrégularité de la ligne de jonction, qui est visible sur une grande longueur, est une nouvelle preuve de l'indépendance des deux formations. Nous ferons observer, en passant, que la molasse de Saint-Fons forme un îlot au milieu du terrain quaternaire; en effet, soit au nord près de Villeurbanne, soit au sud à Serezin, on voit le diluvium inférieur sortir de dessous le terrain alluvien. Il en est donc de la vallée du Rhône comme de celle de l'Isère. Après le dépôt de la molasse, et avant le terrain quaternaire le plus ancien, elle avait été creusée à une grande profondeur, qui surpassait même celle qu'elle a aujourd'hui.

Le diluvium inférieur à Saint-Fons ne consiste qu'en un menu gravier dépourvu de gros blocs; il est mieux caractérisé près de Serezin, où il offre un escarpement de 35 à 40 mètres, au haut duquel se trouve Solaise. En montant à ce village par un chemin taillé sur le flanc sud de la colline, on remarque dans la partie supérieure du dépôt un grand nombre de blocs anguleux, ainsi que des galets rayés, comme à Grenay; tout à fait en haut, le sol est formé d'une masse épaisse de sable jaunâtre, riche en carbonate de chaux, qui renferme sur quelques points des gros blocs, ce qui doit la faire rapporter au

diluvium inférieur. En suivant un chemin creux, profondément encaissé, qui conduit de Solaise à Saint-Symphorien d'Ozon, on distingue très bien, au-dessus de la masse de sable dont nous venons de parler, une autre couche sableuse légèrement rougeâtre, et presque entièrement dépourvue de calcaire. La ligne de séparation est en général très nette et paraît irrégulière. Le terrain présente donc ici la même coupe qu'à Venissieu. On rencontre de plus, soit à Solaise, soit à Saint-Symphorien, un assez grand nombre de blocs erratiques superficiels, composés de granite, de schiste micacé et de calcaire d'espèces propres aux Alpes.

Plus au sud, le long de la route de Vienne, le sable siliceux qui représente le lehm ancien acquiert une épaisseur de plus en plus grande et se charge d'une certaine quantité de calcaire. Un peu au nord de Communay, il constitue la partie la plus élevée des collines de Saint-Jean et de Cornavent, dont l'altitude est de 347 mètres. A un niveau beaucoup plus bas, on observe, aux environs de Chuzelle, une masse considérable de marne sablonneuse que, d'après ses caractères et son gisement, nous avons jugée appartenir au diluvium inférieur. La limite, qui sépare ce diluvium du lehm qui le couronne, est souvent incertaine entre Saint-Symphorien et Chuzelle, car l'un et l'autre dépôt sont également sablonneux et ont absolument le même aspect. La distinction est plus facile en se rapprochant du Rhône, à cause des nombreux cailloux de quartz que l'on trouve à la base du lehm. A Chasse, cette dernière formation s'étend transgressivement à la fois sur le gneiss et sur le gravier calcaire inférieur, en sorte que l'on voit clairement qu'elle est indépendante de celui-ci.

Le terrain quaternaire des environs de Lyon offre beaucoup d'intérêt, parce qu'il a été étudié avec soin par les géologues habiles qui habitent cette ville, et qu'en outre il renferme, sur un grand nombre de points, des restes de mammifères, dont il est important de connaître le gisement avec précision. Nous allons résumer une partie des observations faites avant nous et les nôtres, en suivant l'ordre de notre classification.

1° *Terrain tertiaire supérieur.* — Le terrain le plus ancien au-dessus de la molasse paraît être à Lyon une formation locale que MM. Fournet et Leymerie ont signalée, sous le nom de *conglomérat* de cailloux lyonnais. On la voit à découvert au chemin dit des Étroits, sur le bord de la Saône, entre le quai de la Quarantaine et le pont de la Mulatière. Elle consiste en une masse non stratifiée, rougeâtre, entièrement formée de détritus granitiques en décomposition qui empâtent des fragments anguleux du même granite, ainsi que

des cailloux roulés de quartz, de porphyre rouge quartzifère et d'autres roches du pays. Le diluvium alpin, situé immédiatement au-dessus de ce terrain détritique, en est séparé par une ligne très nette qui est d'abord horizontale sur une longueur de 10 à 12 mètres, et plonge ensuite rapidement en faisant des sinuosités; ce qui prouve qu'avant le dépôt des cailloux alpins, la surface du sol avait été profondément ravinée. A cause de cette circonstance, nous rapportons au terrain tertiaire supérieur la formation locale lyonnaise; elle serait, suivant nous, contemporaine de la marne bleue à lignite du Dauphiné, également séparée du diluvium inférieur par une époque de dénudation.

2° *Diluvium inférieur.* — Au-dessus de la formation locale précédente, et plus généralement immédiatement au-dessus du terrain granitique quand il est à découvert, on observe un amas de sable et de cailloux roulés, de plus de 100 mètres d'épaisseur, formé de roches d'origine alpine. C'est notre diluvium inférieur, parfaitement caractérisé par ses galets rayés et ses blocs anguleux de dimensions quelquefois énormes (1). Ce diluvium présente de belles coupes au pied du plateau de la Croix-Rousse, du côté du faubourg Saint-Clair, et sur les bords du Rhône en suivant la route de Genève. En montant du faubourg Saint-Clair à la Croix-Rousse par le chemin de la Boucle, on rencontre d'abord un poudingue solide formé de roches de quartz, de silex et de granite, mêlées de quelques calcaires. Au-dessus il y a une grande épaisseur d'une marne sablonneuse jaunâtre, renfermant des galets rayés et des blocs anguleux; elle constitue en partie le sol de la Croix-Rousse. Plus au nord, à l'extrémité du faubourg Saint-Clair, une grande entaille pratiquée dans le sein du diluvium inférieur, pour se procurer des remblais, a mis ce terrain à découvert sur une hauteur de 15 à 20 mètres. Sa partie inférieure est composée entièrement de sable sans consistance, renfermant des cailloux rayés et quelques gros blocs dont le volume varie depuis un dixième jusqu'à un quart de mètre cube. Au haut de la coupe, on remarque des veines et des amas irréguliers d'un poudingue assez consistant qui ne diffère pas, sous le rapport des caractères minéralogiques, de celui de la montée de la Boucle; seulement il est dans une position inverse relativement à la masse sablonneuse où sont disséminés les gros blocs et les cailloux rayés. Enfin, un peu plus loin, en face de la gare provisoire du chemin de fer de Genève,

(1) L'un d'eux, déterré au fort Montessuis, a été mesuré par M. Fournet; il avait 6 mètres cubes de volume. C'était un quartier de calcaire jurassique.

le même diluvium, de nouveau coupé à pic, n'offre que du sable pur; c'est à peine si l'on peut y découvrir quelques petits galets isolés. Cette diversité d'aspect, qui rappelle celle que nous avons déjà signalée dans la vallée de l'Isère, montre combien il y a peu d'homogénéité dans ce terrain.

Nous devons mentionner ici une découverte fort intéressante faite par un savant distingué, M. Jourdan, professeur à la Faculté de Lyon. En examinant de près les escarpements dont nous venons de parler, et d'autres lieux où le diluvium inférieur est à découvert, il y a trouvé des restes de corps marins consistant principalement en fragments très minces de balanes et de coquilles turriculées, et en opercules de *Turbo*. Ces coquilles étant extrêmement fragiles, il n'est pas probable qu'elles aient été arrachées à la molasse et roulées avec les matériaux du diluvium, car elles auraient été pulvérisées. Nous reviendrons plus tard sur ce fait important.

La superposition du diluvium à cailloux rayés sur le granite est visible sur les deux rives de la Saône, à son entrée à Lyon, particulièrement sur la rive gauche, près de l'île Barbe. Il est composé, de ce côté, presque uniquement de cailloux roulés passant à un poudingue plus ou moins cohérent; les blocs anguleux y sont rares. Le nouveau chemin de l'île Barbe à Calluire est un des points où M. Jourdan a rencontré les restes des corps marins que nous avons cités.

3° *Diluvium sous-lehmien et lehm ancien.* — Entre Sathonay et le camp établi au sud-ouest de ce village, il existe un ravin profond, qui prend naissance vers le milieu du plateau et va déboucher dans la Saône, tout près de Fontaines. La berge droite de ce ravin, étant dénudée sur une partie de sa hauteur, offre une belle coupe d'un gravier contenant beaucoup de cailloux calcaires et çà et là des blocs anguleux. Les cailloux sont agglutinés sur quelques points et passent à un poudingue sans stratification distincte, ou n'offrant que cette stratification grossière et irrégulière déjà mentionnée plusieurs fois. Ce terrain est évidemment le diluvium à cailloux rayés qui, en se prolongeant à l'est et à l'ouest, va d'un côté former les buttes de Saint-Clair, et de l'autre les escarpements qui bordent la Saône près de l'île Barbe. En montant à Sathonay, on voit au-dessus de ce diluvium un banc de cailloux presque exclusivement quartzeux; puis, au village même et tout autour, une couche de sable un peu argileux, ne faisant qu'une faible effervescence avec les acides ou n'en faisant aucune. Cette dernière assise, dont l'épaisseur est de 2 à 3 mètres, prend sur quelques points une teinte légèrement ferrugineuse, et présente tous les caractères du lehm ancien. Elle se prolonge au

loin vers le nord-est et l'est, en suivant toutes les ondulations du sol ; son altitude moyenne est de 280 à 290 mètres. Le banc de cailloux quartzeux qui lui sert de base n'a pas la même continuité et ne paraît pas s'éloigner beaucoup des bords de la Saône. D'après ces observations et toutes celles qui ont été faites dans la partie méridionale de la Bresse, on peut considérer ce pays comme étant formé, tout à fait à la surface, d'une couche argilo-sableuse, peu riche en carbonate de chaux, qui correspond géologiquement au lehm ancien ; au-dessous il y a un dépôt, tantôt caillouteux, tantôt marneux et sablonneux, qui représente le diluvium à quartzites et le diluvium à cailloux rayés ; enfin, plus bas il existe des argiles grises, quelquefois lignitifères, qui, étant sans liaison avec le dépôt supérieur, paraissent devoir être rapportées au terrain tertiaire.

Le lehm ancien de Sathonay et les cailloux quartzeux qui lui servent de base s'étendent au nord et au nord-ouest, vers Cailloux-sur-Fontaines et Fleurieu-sur-Saône ; de là ils passent sur la rive droite de la Saône, où ils forment une nappe continue qui constitue, en grande partie, le territoire de Collonges, de Saint-Cyr, de Saint-Didier, d'Écully, de Tassin, de Saint-Irénée et de Sainte-Foy. Dans ces diverses localités, partout où des coupures ont entamé le sol un peu profondément, on aperçoit au-dessous du lehm des couches de poudingue et de gravier à cailloux en partie calcaires, que l'on distingue assez bien, à leur simple aspect, du dépôt supérieur. La superposition de celui-ci est très claire entre Francheville et Sainte-Foy, sur les bords de la rivière d'Iseron, dont le lit est creusé en entier dans le diluvium inférieur. (Voir la coupe n° 6.)

On a dit souvent que le lehm, à Lyon, contenait beaucoup de carbonate de chaux, et qu'il enveloppait des galets rayés et des blocs anguleux. Cette proposition est vraie, si par lehm on entend toute espèce de dépôt argilo-sableux et superficiel. Le diluvium à cailloux rayés et à gros blocs présente en effet quelquefois ce caractère à Lyon, notamment au fort Saint-Irénée, à la Croix-Rousse et au fort Montessuis ; mais il n'en est plus de même si, en attachant au mot lehm un sens purement géognostique, on réserve cette dénomination pour la couche sableuse plus récente, en général pauvre en calcaire, qui forme la surface de la Bresse et du plateau de Chamberan. Nous avons vu assez souvent des blocs erratiques au-dessus de cette couche ou bien au-dessous, au contact du diluvium à cailloux rayés, mais jamais dans son intérieur. Nous croyons qu'elle en est entièrement dépourvue.

4° *Lehm récent.* — Les escarpements du diluvium à cailloux rayés que nous avons décrits le long de la route de Genève, en sortant du fau-

bourg Saint-Clair, sont ordinairement terminés à leur sommet par une couche ferrugineuse d'un gravier principalement quartzeux, dont la ligne de jonction avec le gravier calcaire inférieur est extrêmement sinueuse. Cette couche, que nous rapportons au lehm récent, n'a que quelques décimètres d'épaisseur ; elle nous a paru s'être déposée à la surface du sol, à une époque où le fond de la vallée était à 10 ou 12 mètres plus haut qu'il ne l'est aujourd'hui. Ce même lehm est bien plus développé de l'autre côté du Rhône, à Villeurbanne, où il recouvre ce que nous avons nommé le premier étage de la plaine dauphinoise. Nous ne reviendrons pas sur sa description.

5° *Blocs erratiques superficiels.* — Les blocs erratiques superficiels sont communs aux environs de Lyon, particulièrement sur le flanc des collines qui font face aux Alpes, comme celles de Fourvières, de Sainte-Foy et d'Oullins. On en trouve beaucoup aussi disséminés sur le plateau de la Bresse, à son extrémité méridionale. La plupart sont de nature calcaire et proviennent, soit du terrain jurassique, soit du terrain néocomien. Les autres appartiennent aux roches les plus caractéristiques des Alpes centrales, telles que la protogine, le grès à anthracite, le schiste talqueux et le diorite.

Terrain alluvien. — Le terrain alluvien, près de Lyon, occupe un espace de 2 à 3 kilomètres de largeur, limité d'un côté par une ancienne berge très distincte, qui porte le nom de *Balmes viennoises*, et de l'autre par le pied des montagnes qui bordent la rive droite du Rhône. Il est essentiellement composé de limon fin et de sable mêlés d'un gravier identique avec celui qui est charrié de nos jours ; on y distingue, à l'œil nu, du mica en paillettes extrêmement ténues et des grains de quartz. Le fleuve, dans ses crues extraordinaires, le couvre presque entièrement.

On a découvert aux environs de Lyon des restes d'éléphants rapportés à l'*Elephas primigenius* et d'autres grands mammifères. M. Jourdan a bien voulu nous indiquer d'une manière précise la situation de leurs gisements. D'après ces renseignements et ceux que renferme l'ouvrage de M. Drian précédemment cité, nous croyons pouvoir affirmer que la plupart de ces restes fossiles ont été trouvés dans des dépôts plus récents que le diluvium à cailloux rayés (1). Quelques-uns ont été retirés du sein des alluvions modernes et proviennent, sans doute, de la destruction de terrains de transport plus an-

(1) Indépendamment des ossements de grands mammifères, le lehm renferme des coquilles terrestres, dont plusieurs appartiennent à des espèces encore vivantes : telles sont les *Helix hispida*, *H. arbustorum* *Succinea oblonga*, *Cyclostoma elegans*.

ciens, en sorte qu'ils n'ont pas de date géologique précise : tels sont la corne de cerf déterrée aux Brotteaux à 1 mètre de profondeur, les os d'éléphants des environs du fort de la Part-Dieu et ceux provenant du dragnage de la Saône, en face de la gare de Vaise. Nous rapportons au lehm ancien, au diluvium à quartzites ou au lehm récent, la plupart des autres fossiles, parmi lesquels nous citerons : 1° les défenses d'éléphant, de la Frélatière près de Saint-Cyr ; 2° la dent de mastodonte, recueillie dans un gravier ferrugineux à Trévoux ; 3° les os et les défenses d'éléphant, trouvés à 2 kilomètres de Saint-Symphorien-d'Ozon, près de la route de Vienne, dans une argile sableuse remplie de cailloux quartzeux ; 4° les restes d'éléphants et d'autres animaux découverts à Sainte-Foy, entre le fort et le village ; à Lyon, au haut de Champvert ; à Saint-Just, dans le clos des Dames de la Visitation ; à Vaise, près de l'usine à gaz ; à Saint-Didier, clos Saint-Olive ; à Écully, près de la demi-lune ; à Fontaines, à l'est du village, et sur plusieurs autres points dont la constitution géologique est la même que celle des environs de Sathonay.

Vers l'année 1822, on a trouvé, sur le plateau de la Croix-Rousse, dans un jardin situé à l'angle des chemins de la Boucle et de Calluire, un grand nombre d'ossements d'éléphants, de chevaux et de bœufs, en partie brisés et mêlés ensemble. Ils étaient à une profondeur de $2^{m},20$ au-dessous de la surface du sol. Ces ossements et ceux de quelques autres localités ont été peut-être enfouis dans le diluvium inférieur, sans que cependant on puisse affirmer qu'ils en aient été contemporains ; car il est très difficile de distinguer un dépôt meuble non remanié de celui qui l'a été. On peut donc, sans invraisemblance, considérer tous les mammifères du terrain de transport des environs de Lyon comme ayant vécu à des époques géologiques intermédiaires entre le dépôt du diluvium à cailloux rayés et la dispersion des blocs erratiques superficiels.

Les observations précédentes nous paraissent suffire pour donner une idée nette de la constitution géologique du terrain quaternaire dans la plaine dauphinoise. Il faudrait maintenant remonter au nord dans la vallée de la Saône, et suivre au sud celle du Rhône jusqu'à la mer, puis pénétrer dans l'intérieur des Alpes et descendre à travers la Suisse dans la vallée du Rhin, afin de montrer la correspondance qui existe certainement entre les étages quaternaires de ces contrées et ceux que nous avons décrits. Quoique beaucoup de matériaux déjà recueillis puissent servir à cette comparaison, nous pensons que, pour l'établir en détail et avec une certitude suffisante, une revue géné-

rale des lieux serait nécessaire. C'est un travail que nous ne désespérons pas de pouvoir entreprendre.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL ET CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES. — Jusqu'à présent nous nous sommes abstenu à dessein de toute hypothèse sur les causes qui ont fait varier les phénomènes pendant les dépôts quaternaires et donné lieu à leur division en plusieurs étages. Nous avons voulu que la distinction de ces étages eût pour fondement unique des faits de superposition et d'indépendance géologique. Pour compléter notre travail il nous reste, en résumant ces faits, à y joindre quelques considérations théoriques. Si les géologues accumulent les observations, c'est en définitive pour en tirer des conséquences. Il s'agit de soulever un coin du voile, encore si épais, qui couvre les anciennes révolutions du globe, particulièrement les dernières qui, malgré leur rapprochement, semblent être les plus obscures.

Dans cette revue de la période quaternaire, nous suivrons l'ordre des temps.

Première époque. — A la fin de la période tertiaire, les eaux marines, qui avaient donné naissance à la molasse dans la vallée du Rhône, s'étaient retirées depuis longtemps et avaient fait place à des lacs d'eau douce où vivaient un grand nombre de coquilles fluviatiles, la plupart d'espèces actuellement éteintes. Ces lacs étaient comblés peu à peu par des lits de marne, de sable, de cailloux roulés et de détritus de végétaux, lorsqu'une grande révolution géologique est venue mettre fin à cet état de choses. Les lacs d'eau douce ont été desséchés à leur tour et les dépôts qui s'y étaient formés ont subi de profondes érosions. Il y a eu, à la même époque, des modifications nombreuses et importantes dans le relief des Alpes occidentales. Ces modifications, dont nous n'avons pas parlé dans notre mémoire parce qu'elles nous auraient entraîné trop loin de notre sujet, sont certaines. La molasse a été disloquée sur plusieurs points et portée quelquefois à une grande hauteur. Des fractures et des affaissements ont changé la pente du sol et ont fait naître de nouvelles vallées. Il est très probable que c'est après ces bouleversements, et lorsque les Alpes ont eu pris une configuration semblable à celle de nos jours, que des courants partis de leur sein ont commencé à creuser la plaine dauphinoise. L'observation prouve que les points où l'érosion a été la plus forte coïncident précisément avec le fond des vallées actuelles de l'Isère et du Rhône. Les cours d'eau qui ont opéré ces dénudations débouchaient donc dans la plaine par les mêmes ouvertures que ces rivières, et suivaient à peu près le même chemin.

En résumé, la première époque quaternaire a été remplie par des dislocations qui ont donné aux Alpes leur relief définitif ; puis par des courants qui ont creusé pour la première fois dans la plaine des vallées en général plus profondes que celles de nos jours et occupant le même emplacement.

Deuxième époque. — La deuxième époque correspond au diluvium inférieur, qui est un dépôt très remarquable par son énorme puissance, sa composition et surtout sa forme extérieure. Cette forme est celle d'un immense cône de déjection très aplati, dont le sommet est au pied des Alpes. La stratification grossière qu'il présente dans quelques-unes de ses parties, où l'on voit des lits alternatifs de sable et de cailloux roulés, ne permet pas de douter qu'il n'ait pris naissance dans le sein d'une nappe d'eau. Une autre considération conduit au même résultat. Pendant la première époque quaternaire, les courants descendus des Alpes ne formaient pas de dépôt ; au contraire, ils creusaient le sol. Pendant la seconde époque, non-seulement les excavations faites précédemment ont été comblées, mais les cailloux charriés ont continué à s'accumuler bien au-dessus du sol nivelé. Il est évident qu'un pareil changement de régime aurait été impossible si la pente du sol n'avait été elle-même complétement modifiée. Nécessairement cette pente avait été rendue nulle dans toute l'étendue de la plaine dauphinoise, jusqu'à plusieurs centaines de mètres de hauteur, ou, en d'autres termes, cette plaine avait été transformée en un lac profond. On peut expliquer cette transformation de deux manières : ou en supposant que les révolutions du sol avaient créé quelque part, en travers de la vallée du Rhône, un barrage qui devait avoir 800 à 900 mètres d'altitude ; ou bien en admettant que le niveau relatif de la Méditerranée et du sommet des Alpes avait varié de toute cette quantité. Si un barrage avait existé, il en serait resté quelque chose : la chute énorme qu'il aurait occasionnée aurait imprimé au sol environnant des modifications dont il porterait encore l'empreinte ; on n'en voit aucune trace. La supposition d'un barrage doit donc être rejetée. Il reste celle d'un envahissement de la plaine par les eaux de la Méditerranée. La découverte de corps marins dans le diluvium inférieur, qui a été faite par M. Jourdan sur cinq à six points différents, confirme cette hypothèse d'une manière remarquable. Nous ajouterons qu'il existe des preuves directes et nombreuses que le niveau de la mer a varié pendant la période quaternaire.

Le diluvium inférieur offre dans sa composition trois espèces de matériaux qui sont : les cailloux roulés mêlés de sable, les blocs anguleux et les galets rayés. Le sable et les cailloux roulés ont pu être

produits par deux agents différents, savoir par les courants d'eau et par les glaciers dans leurs *moraines profondes* (1). Tout annonce que les courants ont joué un rôle très actif; les indices de stratification du diluvium l'indiquent clairement. Quant aux glaciers, leur intervention doit aussi être admise; elle est prouvée d'une manière spéciale par la présence des gros blocs anguleux et des galets rayés. Il nous paraît extrêmement difficile ou plutôt impossible d'attribuer à l'eau le transport de ces gros blocs. Sans doute, l'on a vu et l'on voit encore des quartiers de rocher énormes roulés par les torrents, mais ces cours d'eau sont encaissés et leur pente est considérable. Dans la plaine du Dauphiné, il n'y avait pas d'encaissement et, de plus, la pente était nulle puisque le pays était un lac. Comment concevoir alors que des courants aient pu entraîner jusqu'à Lyon des blocs qui avaient six mètres cubes de volume. D'ailleurs si les blocs avaient été roulés depuis leur point de départ, il est certain qu'ils n'auraient point conservé leurs arêtes vives et parfaitement intactes, ainsi qu'on le remarque quelquefois. Leur transport, qu'il est impossible d'attribuer à l'eau courante, s'explique au contraire très bien par les glaciers, en admettant qu'ils ont eu autrefois une extension extraordinaire. La considération des galets rayés conduit à la même conclusion. Les torrents n'en produisent jamais de pareils, et même un roulis prolongé dans leur sein efface les rayures préexistantes, ainsi que cela résulte des expériences de M. Édouard Collomb (2). Il n'y a que les glaciers qui puissent couvrir les cailloux roulés de ces stries fines, parallèles ou croisées, si remarquables qu'une fois qu'on les a observées avec soin, on les reconnaît au premier coup d'œil. Tout le monde sait qu'on les trouve dans les moraines profondes.

Il résulte de ce qui précède que le diluvium inférieur présente tous les caractères de ces dépôts que M. de Charpentier, dans son remarquable ouvrage, a nommés *alluvions glaciaires*, c'est-à-dire que les matériaux qui le composent ont été amenés concurremment par des courants et par des glaciers. Les premiers résultaient de la fusion périodique de la neige et de la glace; les seconds s'avançaient jusque dans l'intérieur du lac qui occupait la plaine, et par le mélange de leurs moraines profondes et de leurs moraines superficielles ils y disséminaient partout les gros blocs et les cailloux rayés. Nous

(1) Voyez la définition d'une *moraine profonde*, par M. Charles Martins (*Bull.*, t. VII, p. 561). Cette expression heureuse a été créée par ce savant géologue.

(2) *Bull.*, 2e série, t. II, p. 509.

savons que l'on peut faire plus d'une objection à cette extension extraordinaire des glaciers. La principale est tirée de l'impossibilité où l'on a été jusqu'à présent de donner une explication satisfaisante d'un changement aussi grand dans la température moyenne des Alpes. Dans notre opinion, cette difficulté théorique est du même ordre que celles que l'on rencontre à chaque pas dans la géologie ; elle ne doit pas prévaloir sur les faits et leurs conséquences immédiates.

Nous verrons bientôt que la dispersion des blocs erratiques superficiels, qui a clos la période quaternaire, ne peut également s'expliquer qu'en étendant les glaciers bien au delà de leurs limites actuelles ; d'où l'on doit conclure qu'il y a eu deux époques glaciaires distinctes dans les Alpes (1). Ce résultat fait disparaître la discordance qui existait jusqu'à présent entre le terrain quaternaire de cette contrée et celui du nord de l'Europe.

Troisième époque.— Deux faits caractérisent la troisième époque. En premier lieu, les gros blocs anguleux et les cailloux rayés cessent de parvenir dans la plaine dauphinoise ; ce qui annonce le *retrait* au moins partiel des glaciers. En second lieu, le niveau des eaux courantes éprouve des variations sensibles. Ce niveau paraît d'abord s'être abaissé considérablement ; car l'assise inférieure du lehm ancien, que nous avons nommé diluvium sous-lehmien, manque au sommet du cône de déjection formé par le diluvium inférieur ; elle est, au contraire, très développée sur les bords du Rhône et de la Saône. Les cailloux de quartz, en général volumineux, qui la composent, prouvent qu'alors une partie du bassin du Rhône était traversée par des courants dont la puissance de transport était considérable. Plus tard, ces mêmes courants n'ont plus amené que les matières argileuses et sableuses qui constituent le lehm proprement dit. Ce changement de régime, qui paraît avoir été brusque, peut être attribué avec vraisemblance à un exhaussement également subit du niveau des eaux. Cet exhaussement, en diminuant la pente générale des courants, a eu pour résultat d'interrompre l'arrivée des gros cailloux dans la plaine. Quant aux particules ténues dont le transport était plus facile, elles ont continué à se déposer sur tous les points où, par l'effet des nouvelles circonstances, la vitesse de l'eau était peu sensible. Ces matières ont formé, à la surface du sol immergé, une espèce de revêtement qui en suit toutes les inégalités en s'élevant à une hau-

(1) Pendant que nous faisions nos observations, M. de Morlot parvenait à la même conclusion par une voie différente. Voyez son mémoire plein de faits intéressants, *Bibl. univ. de Genève*, *Arch. des sciences phys.*, 1855, t. XXIX, p. 33.

teur que n'avaient pu atteindre les cailloux roulés de l'assise inférieure.

Il est à remarquer que le dépôt argilo-sableux du lehm ancien est épais et continu dans la vallée de la Saône presque jusqu'à son extrémité nord, et qu'il manque, au contraire, ou qu'il est rare dans celle du Rhône dès que l'on a dépassé Saint-Vallier. On doit en conclure que la nappe d'eau qui, à la fin de la troisième époque baignait encore le pied des Alpes et du Jura, était à peu près stagnante en amont de Lyon, probablement à cause du barrage créé aux environs de cette ville par le cône de déjection du diluvium inférieur et du diluvium à quartzites. Nous croyons même que, si le cours de la Saône est aujourd'hui beaucoup moins rapide que celui du Rhône, c'est parce que ce barrage n'a pas été entièrement détruit.

Les nombreux restes d'éléphants mêlés à des ossements de chevaux, de cerfs, de bœufs, de rhinocéros et de hyènes que l'on découvre dans le lehm aux environs de Lyon, ne permettent pas de douter que pendant la troisième époque le pays ne fût habité par de grands mammifères. On y trouve aussi des coquilles terrestres d'espèces encore vivantes, qui annoncent que la température n'était pas alors très différente de celle de nos jours.

Quatrième époque. — Les vallées qui avaient été creusées tout à fait au commencement de la période quaternaire, et qui depuis avaient été comblées par des matières de transport, ont été complétement déblayées pendant la quatrième époque. Le phénomène caractéristique de celle-ci est donc le *second creusement des vallées.* L'observation prouve que ce creusement ne s'est pas effectué d'une manière continue ; il a été interrompu à plusieurs reprises, et le niveau du sol, après chaque interruption, est aujourd'hui indiqué par une terrasse. On en compte au moins deux dans la vallée du Rhône, et trois dans celle de l'Isère(1).

---

(1) Pour se rendre compte de la formation des terrasses, il faut se rappeler que, si par une cause quelconque, par exemple par la rupture d'un barrage, on augmente subitement la pente d'une rivière qui coule sur un terrain meuble, celle-ci creusera d'abord le sol dans le sens vertical jusqu'à ce que, par l'affaiblissement successif de la chute, la résistance à l'érosion soit devenue égale à l'action. Alors les eaux, ne pouvant plus affouiller verticalement, attaqueront le terrain dans le sens horizontal, et en minant les berges, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, elles se créeront un lit très large. Cette extension horizontale aura aussi ses limites, car, à mesure que les berges se reculent, elles augmentent en général de hauteur, et les obstacles à leur érosion se multiplient. Admettons maintenant une seconde augmentation brusque

Nous avons considéré l'entassement des matières de transport, pendant la deuxième et la troisième époque, comme ayant été la conséquence d'un exhaussement considérable du niveau de la mer. Nous devons expliquer par son abaissement le déblai de ces mêmes matières. Il est naturel, en effet, que, la pente du sol ayant été rétablie telle qu'elle était auparavant, les eaux courantes aient repris leur ancien niveau. Nous venons de dire que le second creusement des vallées n'avait pas été continu : il faut donc que la retraite de la mer ait eu lieu elle-même en quelque sorte par saccades. Il y a eu plusieurs abaissements successifs plus ou moins prompts, séparés par des intervalles de repos. C'est pendant ces intervalles, alors que l'érosion des vallées était suspendue, que s'est déposé le gravier argilo-sableux que nous avons nommé lehm récent. La multitude des courants qui ont alors sillonné la plaine dauphinoise (1), et la diminution successive de leur volume que semble indiquer le rétrécissement des terrasses, sont deux faits remarquables. On peut les expliquer en admettant que les grands glaciers de la seconde époque quaternaire, qui avaient déjà éprouvé un commencement de fusion pendant la troisième, ont continué à fondre peu à peu pendant la quatrième. Peut-être aussi les lois de la météorologie, qui sont intimement liées à l'état physique de la surface du globe, étaient-elles alors différentes de celles de la période actuelle. Aujourd'hui il suffit de quarante-huit heures d'une pluie forte et continue pour que nos rivières prennent un volume presque diluvien. Que serait-ce s'il pleuvait dix à douze jours de suite !

Il est certain que, pendant la quatrième époque, les courants descendus par les vallées du Dauphiné avaient leur écoulement vers le sud.

---

dans la pente, aussitôt la rivière commencera un nouveau creusement dans le sens vertical, et abandonnera son ancien lit élargi, qui deviendra une terrasse.

Il est évident que, tout étant égal d'ailleurs, plus un cours d'eau sera considérable, et plus les limites de son érosion dans le sens horizontal seront reculées. La diminution successive de largeur que présentent les terrasses diluviennes semble donc indiquer une diminution correspondante dans le volume des eaux.

Aujourd'hui, lorsqu'un torrent est parvenu à donner une grande largeur à son lit dans la plaine, c'est une raison pour que les matières de transport amenées de plus haut s'y déposent à cause de la dispersion des eaux. On doit admettre qu'autrefois les choses se passaient de la même manière ; ce qui expliquerait la formation du *lehm récent* qui couvre les terrasses. Ce dépôt a été le terrain alluvien de la quatrième époque quaternaire.

(1) Voyez notre carte (Pl. III).

Cela est prouvé par les amas de sables et de cailloux quartzeux que l'on observe à diverses hauteurs, tant sur la droite que sur la gauche du Rhône, depuis les environs de Valence jusqu'à la mer. Les parties les plus élevées de ces nappes caillouteuses sont peut-être contemporaines du diluvium sous-lehmien. Quant aux autres, qui s'abaissent successivement presque au niveau du Rhône actuel, nous les considérons comme synchroniques des érosions qui ont donné naissance aux terrasses diluviennes dans le Dauphiné et en général dans les Alpes; alors comme de nos jours, les matières entraînées des lieux élevés se déposaient dans les plaines.

Il nous reste à ajouter que les animaux qui vivaient pendant la troisième époque paraissent s'être perpétués pendant la quatrième. S'il y a des différences entre la faune du lehm ancien et celle du lehm récent, elles n'ont pas encore été constatées.

Cinquième époque. — Après l'entier creusement des vallées est survenue la dispersion des blocs erratiques superficiels, qui de tous les phénomènes quaternaires est celui qui a le plus attiré l'attention des géologues. Nous ne répéterons pas ici les arguments qui ont été mis en avant par MM. de Charpentier, Agassiz, Desor et d'autres savants, pour prouver que les blocs erratiques épars dans la Suisse et sur la pente de Jura ont été transportés sur le dos des glaciers; nous dirons seulement que la plupart de ces arguments sont parfaitement applicables au phénomène erratique superficiel entre le Rhône et les Alpes. On peut invoquer, par exemple, la grosseur énorme de certains blocs (1), la vivacité de leurs arêtes, leur réunion en groupe de roches de la même espèce et leur élévation jusqu'à mille mètres d'altitude, pour rejeter comme impossible leur transport par des courants. L'hypothèse des radeaux de glace est également inadmissible. Si de pareils radeaux avaient existé, plusieurs d'entre eux auraient certainement franchi les limites de la plaine dauphinoise; on trouverait des blocs échoués dans la vallée du Rhône au-dessous de Valence, ou dans celle de la Saône bien au-dessus de

(1) Parmi les blocs qui ont franchi les chaînes du Mont-du-Chat et de la Grande-Chartreuse, le plus gros est probablement celui que nous avons observé au nord-est de Belley, à 1 kilomètre environ de distance de la ville, tout près d'une grange nommée Chatelain. Son volume peut être évalué à *vingt mètres cubes* au moins. Il est formé d'un schiste phylladique, noirâtre, tel qu'on en voit souvent dans le terrain anthracifère. On y a fait quelques trous de mine pour l'exploiter; heureusement la pierre s'est trouvée de si mauvaise qualité, qu'on y a renoncé. Grâce à cette circonstance, cet intéressant monument de la période quaternaire est resté à peu près intact.

Lyon; ce qui n'est pas. D'un autre côté, des blocs charriés sur des glaçons se seraient arrêtés pour la plupart sur le contour de la nappe d'eau, à la surface de laquelle ils auraient flotté, en sorte qu'ils se seraient déposés à peu près à la même hauteur, ce qui est encore contraire à l'observation. Dans notre opinion, c'est à tort que quelques géologues, effrayés par l'idée de faire franchir aux glaciers les dernières montagnes du Dauphiné, ont pensé que les blocs épars aux environs de Lyon n'avaient pas été transportés de la même manière que ceux de la pente orientale du Jura. Ces deux contrées sont liées l'une à l'autre par une longue traînée de blocs superficiels, qui se ressemblent tous par leurs traits les plus caractéristiques. Là où les effets sont identiques, il faut bien admettre les mêmes causes.

Les blocs erratiques du Dauphiné de la cinquième époque diffèrent beaucoup, sous le rapport du gisement, de ceux de la deuxième qui a été également glaciaire, ainsi que nous l'avons dit. Les premiers sont isolés, superficiels, complétement dégagés de sable et de cailloux roulés, et reposent sur toute espèce de roches; les autres sont constamment enfouis dans une masse de sable et de cailloux tellement considérable, que souvent ils n'en forment pas la *centième partie*. Les uns offrent tous les caractères des moraines dites éparpillées, et les seconds, ceux des alluvions glaciaires et des moraines profondes. Une si grande différence dans le gisement en indique une correspondante dans les circonstances qui ont présidé à leur dépôt, et l'on est conduit à admettre que la contrée convertie en lac pendant la deuxième époque quaternaire était, au contraire, complétement émergée pendant la cinquième. Nous pensons même qu'alors les vallées étaient plus basses qu'aujourd'hui. En effet, les moraines profondes, contemporaines des blocs erratiques superficiels, paraissent manquer dans la plaine dauphinoise; on n'en observe aucune trace dans les grandes vallées du Rhône et de l'Isère, dont le fond est occupé par un puissant dépôt d'atterrissement moderne. Si, comme cela est vraisemblable, la dernière époque glaciaire y a laissé quelques-uns de ses produits, ils doivent donc se trouver encore plus bas, enfouis sous les alluvions.

En résumé, l'hypothèse qui explique le mieux les faits de la cinquième époque, est une seconde extension des glaciers non moins considérable que la première. Ces glaciers gigantesques et leurs moraines se sont dilatés librement après avoir franchi les derniers contreforts des Alpes. Il en est résulté d'abord l'éparpillement, et plus tard, par l'effet de la fusion, le dépôt de cette multitude de blocs isolés, dont toute la plaine, entre le Rhône et les montagnes de la Grande-Chartreuse, est en quelque sorte saupoudrée. Quant aux galets rayés,

au sable et aux autres produits des moraines profondes, ils ont été entraînés au loin par les grands courants qui sortaient de dessous les glaces, ou bien déposés au fond des vallées, où ils sont aujourd'hui recouverts par des alluvions plus récentes.

Période actuelle. — Le passage de la dernière époque quaternaire à la période actuelle a coïncidé avec un grand changement climatérique qui a mis fin à la seconde extension des glaciers (1). Il est probable qu'il y a eu en même temps un léger exhaussement du niveau de la mer, qui, en provoquant un atterrissement au fond des vallées les plus basses, a donné naissance au terrain alluvien (2). En examinant ce terrain avec soin dans le département de l'Isère, on y reconnaît les traces d'une terrasse ou deuxième étage, qui dépasse le fond de la vallée de 2 à 3 mètres. Cette faible différence de niveau n'est pas suffisante pour faire admettre un abaissement correspondant des eaux de la mer depuis le commencement de la période actuelle. Nous croyons qu'on peut l'expliquer par l'effet du boisement des Alpes, qui a dû suivre la dernière époque glaciaire, car la végétation, en diminuant la quantité des matières de transport charriées par les cours d'eau, a augmenté leur puissance érosive. Au reste, cette tendance des cours d'eau à s'encaisser dans le sein de leurs alluvions a cessé depuis longtemps, dans les Alpes, pour faire place à un régime tout contraire. Aujourd'hui il y a exhaussement presque sur tous les points.

---

(1) Nous plaçons à cette époque de transition le remplissage des cavernes et des fentes à ossements, que tout annonce avoir été un des derniers phénomènes diluviens. C'est principalement dans ces cavités que l'on rencontre le singulier mélange d'animaux propres aux climats chauds ou tempérés avec d'autres qui n'habitent que les pays froids, et dont quelques-uns même sont confinés aujourd'hui dans le voisinage du pôle (le *Renne*, les *Lagomys*, etc.). On peut supposer sans invraisemblance que les premiers animaux ont été détruits, peut-être subitement, par la révolution qui a amené la dernière époque glaciaire, et que les seconds ont disparu non moins brusquement, par la révolution en sens contraire qui nous a rendu un climat tempéré. Des courants résultant probablement de la fusion des dernières glaces ont enfoui pêle-mêle leurs ossements restés épars à la surface du sol. En plaçant l'apparition de l'homme tout à fait au commencement de la période actuelle, on voit qu'il a été contemporain, non pas des générations enfouies dans les cavernes, mais de l'époque de leur enfouissement.

(2) Le phénomène des forêts sous-marines, qui est remarquable par sa généralité, paraît être le résultat de la dernière variation quaternaire du niveau de la mer, et vient à l'appui de notre opinion. Voyez, sur ce sujet, un mémoire récent de M. Durocher, *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. LIII, p. 1071.

Le second étage du terrain alluvien s'efface de plus en plus. Déjà même le limon de nos rivières, à l'époque des grandes inondations, atteint certains points où il n'était jamais parvenu.

Nous résumerons en deux mots la théorie du terrain quaternaire dans le Dauphiné, en disant que la plupart des phénomènes ont eu pour cause première : 1° des variations excessives dans la température moyenne; 2° des changements également considérables dans le niveau de la mer. L'étude du terrain quaternaire dans la plupart des autres contrées a conduit au même résultat. Ces deux faits principaux ont été probablement liés l'un à l'autre, car il paraît qu'ils ont toujours coïncidé ; ils dépendent donc d'une cause encore plus générale sur laquelle nous ne hasarderons aucune conjecture.

La carte (Pl. III) a été dressée pour montrer les diverses directions des courants diluviens dans la plaine dauphinoise, pendant la quatrième époque quaternaire, et les issues par lesquelles ils sont arrivés des Alpes. Il est vraisemblable que ces courants n'ont jamais été simultanés ; les eaux abandonnaient un de leurs lits pour se jeter dans un autre, comme le font encore aujourd'hui les rivières torrentielles dans leurs divagations. Les lits diluviens indiqués, quoique nombreux, ne sont pas complets; nous en avons omis quelques-uns des moins importants, afin d'éviter la confusion.

L'échelle des longueurs des coupes géologiques est la même que celle de la carte de Cassini. L'échelle des hauteurs est tantôt de 2 et tantôt de 6 millimètres pour 100 mètres. Afin de rendre sensibles l'épaisseur du lehm récent et celle de l'argile tertiaire à lignite, nous avons été obligé de les exagérer dans une proportion énorme.

Séance du 15 *décembre* 1856.

PRÉSIDENCE DE M. DESHAYES.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice : *Journal des savants*, novembre 1856.

De la part de M. G.-P. Deshayes, *Description des animaux*

sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris, pour servir de supplément à la Description des coquilles fossiles des environs de Paris, comprenant une revue générale de toutes les espèces actuellement connues, in-4, 1re et 2e livrais.; texte, f. 1 à 8, pl. 1 à 10; Paris, chez J.-B. Baillière.

De la part de M. J. Dorlhac, *Sciences naturelles. — Notice géologique sur le cratère de Coupet et sur son gisement de gemmes et d'ossements fossiles* (extr. des *Annales de la Soc. acad. du Puy*, t. XIX), in-8, 23 p., 1 pl.; Le Puy, chez Marchessou.

De la part de M. Albert Gaudry, *Recherches scientifiques en Orient, entreprises par les ordres du gouvernement, pendant les années* 1853-1854. — *Partie agricole*, in-8, 446 p., 8 pl., 1 carte; Paris, 1857, Imp. impér.

De la part de M. le prof. G. Giordano, *Osservazioni sopra i minerali che si rinvengono ne' terreni a solfo di Sicilia* (extr. du t. VIII des *Atti del R. Istituto d'incorragiamento*), in-4, 18 p.

De la part de M. Henri Lecoq, *Études sur la géographie botanique de l'Europe, et en particulier sur la végétation du plateau central de la France*, in-8, t. V; Paris, 1856, chez J.-B. Baillière.

De la part de M. A. Viquesnel : *Voyage dans la Turquie d'Europe, description physique et géologique de la Thrace*, 7e livraison, texte, f. 49-57.

De la part de M. L. Nodot, *Description d'un nouveau genre d'Édenté fossile renfermant plusieurs espèces voisines du* Glyptodon, *suivie d'une nouvelle méthode de classification applicable à toute l'histoire naturelle, et spécialement à ces animaux*, in-8, 166 p., 1 pl., avec un atlas de 12 pl. lith.; Dijon, 1856, chez Loireau-Feuchot.

De la part de M. Searles W. Wood, *A monograph of the crag mollusca, with descriptions of shells from the upper tertiaries of the British isles*, in-4, vol. II, *Bivalves*, p. 217-342, pl. XXI-XXXI, from the *Palæontographical Society*; London, 1856.

Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences, 1856, 2e semestre, t. XLIII, nos 22 et 23.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. III, 1855, 2e partie, *Bulletin des séances*, f. 37-45.

L'Institut, 1856, nos 1196 et 1197.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 9e année, no 94, octobre 1856.

Bulletin de la Société d'études scientifiques et archéologiques de la ville de Draguignan, t. I, juillet 1856.

Société I. d'agriculture, sciences et arts de l'arrond. de Valenciennes, 8e année, no 5, novembre 1856.

The Athenæum, 1856, nos 1519 et 1520.

Revista minera, t. VII, no 157, 1856.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. VI, no 8, novembre 1856.

M. Viquesnel fait hommage à la Société de la 7e livraison de son *Voyage dans la Turquie d'Europe* (1) ; il annonce en même temps qu'elle renferme la fin de la première partie de l'ouvrage, à l'exception toutefois des *Appendices* et de la table des matières. Tout en reconnaissant que cette première partie, intitulée : *Aperçus historiques, statistiques et politiques*, traite de sujets étrangers aux études ordinaires de la Société, M. Viquesnel demande cependant la permission d'en donner une courte analyse : d'abord, parce qu'elle forme, pour ainsi dire, l'introduction aux autres parties essentielles de son voyage ; ensuite, parce qu'elle renferme des recherches sérieuses sur des questions de la plus haute importance, et qu'elle ajoute d'ailleurs aux connaissances actuelles des notions nouvelles et intéressantes à différents points de vue. Il résume cette première partie de la manière suivante :

Avant de faire connaître le résultat de ses observations météorologiques, géographiques et géologiques dans la Turquie d'Europe, M. Viquesnel trace le tableau de la situation politique que présentait l'empire ottoman en 1855.

---

(1) Les sept livraisons offertes à la Société par M. A. Viquesnel renferment, savoir : *Texte*, 57 feuilles grand in-4 ; — *Atlas :* la carte générale de la Thrace ; 20 cartes d'itinéraires, format demi-jésus ; 3 planches de profils, de coupes géologiques et de fossiles, et une planche de courbes barométriques, même format (voyez séances du 6 décembre 1854 et suivantes).

Les considérations préliminaires qui servent d'entrée en matière de la première partie sont : un coup d'œil sommaire sur l'origine, l'ethnographie et l'histoire des Osmanlis et des diverses races soumises à leur domination, puis des recherches sur l'étendue actuelle de leur empire. Par suite de l'état peu avancé où se trouvait la géographie de ces contrées, les statisticiens étaient en désaccord complet sur les limites des provinces, sur leur superficie, sur le chiffre de la population considérée aux points de vue de sa répartition géographique, ethnographique et religieuse. Ces différentes questions demandaient de nouvelles études pour être mises à la hauteur des connaissances actuelles. Quant au mouvement de la population, il était jusqu'à présent complétement inconnu ; grâce aux patientes investigations de notre savant compatriote, M. le docteur Verrollot, qui réside à Constantinople depuis seize années, on sait maintenant à quoi s'en tenir sur les rapports qui existent entre les naissances et les décès des divers éléments dont se compose la population de la capitale de l'empire, sur la nature des maladies qui occasionnent la mort, etc. L'auteur s'est empressé de publier les nombreux tableaux *inédits* qui lui ont été communiqués par M. le docteur Verrollot sur des sujets aussi neufs que variés. Enfin, il doit à l'obligeance du savant orientaliste M. T.-X. Bianchi, la traduction du turc en français, d'après le texte officiel, de la division administrative de l'empire ottoman pour l'année 1855. Cette nomenclature contient de 3,000 à 4,000 noms de localités dont plus de la moitié ne sont pas portées sur les cartes, même les plus récentes. Elle a été rendue d'une utilité pratique par l'emploi de signes conventionnels qui indiquent les localités inconnues aux géographes, et les signalent aux recherches des voyageurs auxquels reviendra l'honneur d'en déterminer la position. Ce travail sera complété par un index alphabétique qui sera placé à la fin de la *première partie* de l'ouvrage, et servira jusqu'à un certain point de dictionnaire géographique.

Ces questions préliminaires sont suivies d'un exposé du *tanzimat* ou organisation du gouvernement de la réforme, inauguré par la proclamation du *khatthy chérif* de Gulkhanè. Le *tanzimat*, d'après l'*Annuaire de l'empire ottoman* pour l'année 1847, se divise en quatre parties distinctes : 1° le gouvernement ou les conseils de l'empire; 2° l'administration ou la division administrative et financière; 3° les emplois ou offices judiciaires; 4° les emplois de l'épée. Les commentaires ajoutés à l'énoncé pur et simple de la publication officielle donnent déjà une idée générale et sommaire de cette organisation politique ; les développements indispensables pour en saisir l'esprit et la portée se trouvent dans les chapitres suivants.

On sait qu'une ligne profonde de démarcation a été tracée, dès l'époque de la conquête, entre les sujets musulmans et les sujets non musulmans ou *raïas* (troupeau). Les sultans renversèrent l'administration, les institutions, les coutumes, la hiérarchie en vigueur dans l'empire d'Orient ; mais ils n'imposèrent à leurs nouveaux sujets ni leurs formes administratives ni leur loi civile, qui était écrite dans leur Livre religieux. Ils leur accordèrent le droit de s'administrer eux-mêmes, de former des communautés distinctes, entièrement séparées de la nation conquérante, et conservant leurs lois civiles, leurs tribunaux et leurs écoles. Ils exclurent en même temps les raïas du service militaire et les astreignirent, à titre de compensation, à payer le *kharadj* ou tribut. Toutes ces causes réunies, et bien d'autres encore qui sont exposées dans le cours de la *première partie*, contribuèrent à maintenir chez les peuples vaincus l'usage de leur langue et l'espoir de reconquérir un jour leur ancienne indépendance. De là l'intérêt qui s'attache, d'une part, à l'étude comparative des institutions particulières à chaque communauté et à la société musulmane, et, d'autre part, à la recherche des efforts tentés par le gouvernement du *tanzimat* pour opérer la fusion entre deux éléments si disparates et prévenir les dangers créés par leur antagonisme.

Après avoir donné à ces questions le développement que mérite leur importance, l'auteur trace le tableau que présentait, pendant les années antérieures à 1855, la situation financière de la Turquie, ainsi que celle de l'agriculture, de l'industrie et du commerce. Cette revue des ressources de tout genre que possède l'empire ottoman met en lumière les vices de l'ancienne administration, les résultats obtenus par l'introduction des nouvelles mesures, les nombreuses réformes qui restent à faire pour tirer la Turquie de sa torpeur, et l'élever au plus haut degré de prospérité, de richesse et de puissance.

Cette revue conduit encore à examiner la situation politique dans laquelle se trouvaient placées, en 1855, les races non musulmanes, par suite des circonstances qui viennent d'être indiquées.

Un résumé général dessine à grands traits une esquisse des questions si diverses étudiées dans cette première partie de l'ouvrage. Il renferme, en outre, une comparaison entre les promesses contenues dans le *khatthy chérif* de Gulkhanè (qui sert de point de départ aux investigations de l'auteur) et leur mise à exécution.

Enfin, pendant que s'achevait l'impression des dernières feuilles des *Aperçus historiques, statistiques et politiques*, de graves événements s'étaient accomplis en Europe : Sultan Abdul-Medjid avait octroyé le *khatthy humaïoun* du 18 février 1856 ; le traité de paix

signé à Paris le 30 mars suivant avait mis fin à la guerre entre la Russie et les puissances alliées. Ces deux documents officiels, destinés à exercer sur les destinées de l'empire ottoman une influence considérable, forment le sujet d'un dernier chapitre.

M. Albert Gaudry, en offrant à la Société le premier volume de ses *Recherches scientifiques en Orient*, donne le résumé suivant des observations géologiques que renferme ce volume :

J'ai l'honneur de présenter à la Société géologique le premier volume de mon ouvrage intitulé : *Recherches scientifiques en Orient*. Conformément aux ordres du gouvernement, mes observations ont eu pour objet l'étude du sol à un double point de vue : au point de vue agricole et au point de vue géologique.

Mon voyage a duré depuis le mois de mars 1853 jusqu'à la fin de janvier 1854. J'ai fait un court séjour en Grèce et en Égypte ; je suis resté davantage en Syrie; enfin la majeure partie de mon temps a été employée à visiter l'île de Chypre.

Le premier volume que je présente aujourd'hui ne traite que des questions agricoles; mais j'ai spécialement porté mon attention sur celles de ces questions qui se rattachent à la constitution géologique, et pour cette raison il pourra peut-être avoir quelque intérêt pour notre Société.

On y trouvera des considérations générales sur la géologie de la Grèce, de l'Égypte, de la Syrie et surtout de Chypre, dans ses applications à l'agriculture.

J'ai donné quelques détails sur les limons des vallées de la Syrie et du Nil.

J'ai présenté des renseignements sur la question des puits artésiens, question vitale pour les pays brûlants de l'Orient. Les puits artésiens ont été connus dès les temps les plus anciens; j'ai vu auprès de Tyr ceux que Salomon fit construire pour reconnaître la générosité du roi Hiram, qui lui avait fourni des cèdres du Liban.

J'ai insisté sur la fréquence des mûriers et des vignes dans les petites collines calcaires dont est formée la plus grande partie des pays de l'Orient. Ces deux végétaux, dont la culture marche toujours de pair, constituent, avec l'olivier, les produits agricoles caractéristiques de l'Orient. En Grèce, en Chypre, en Syrie, on obtient des raisins délicieux sur les roches calcaires; en Palestine, j'en ai vu dont la dimension rappelle ceux qui furent apportés à Moïse de la terre de promission.

Cependant, tout en déclarant que l'on ne peut accuser les sols

calcaires d'être défavorables à la vigne et aux mûriers, je ne peux nier que les roches plutoniques ne donnent des produits encore plus parfaits. Ainsi les mûriers de Paphos, qui fournissent une soie plus nerveuse, plus forte qu'aucune soie connue, croissent sur des montagnes composées de roches plutoniques (ophitones, ophiolithes, euphotides). Ces fameux vignobles de Chypre dont les produits, au dire des Grecs d'Asie, furent le nectar des dieux, sont établis principalement sur le même système de roches. Sur les roches calcaires, les vignobles dits *vignobles de commanderie* (ceux dont la réputation est universelle) fournissent davantage, mais leur qualité est un peu inférieure. Santorin, île de formation volcanique, est le pays de la Grèce le plus favorable à la vigne; toutes les variétés y réussissent, depuis la passoline et la sultanine jusqu'aux raisins alcooliques.

Je n'ai point remarqué que la constitution géologique des pays de l'Orient ait exercé sur la maladie des vignes une autre influence qu'une influence purement physique. Comme tous les cryptogames, l'*erysiphe Tuckeri* a besoin, pour se développer, d'une certaine somme de chaleur et d'humidité; c'est pourquoi là où les terrains sont plus argileux et par là même plus humides, la maladie a exercé de plus grands ravages; là où la terre est maigre comme sur les parties élevées des collines, la chaleur a été trop forte, l'humidité trop faible, pour que les cryptogames destructeurs de la vigne aient pu se développer avec persistance.

Parmi les pays que j'ai parcourus, l'île de Chypre est celui qui a été l'objet de mes principales études. J'en ai dressé deux cartes au $\frac{1}{250000}$. L'une de mes cartes est agricole, l'autre est géologique ; la première est publiée, la seconde sera prochainement livrée par l'Imprimerie impériale. Ces deux cartes, exécutées à une grande échelle, sont destinées à être comparées l'une avec l'autre, et à montrer les rapports de la nature géologique et des produits agricoles. Un travail de ce genre est presque une nouveauté ; car les Anglais, si avancés dans les sciences agricoles ou géologiques, font généralement des cartes où les notions agricoles et géologiques sont réunies dans le même tracé. J'ose recommander à l'attention des géologues agronomistes un tableau où j'ai inscrit quarante-six localités choisies dans l'île de Chypre pendant le cours de mes expéditions. Ce tableau présente la comparaison des altitudes, des modes d'orientation, des compositions géologiques et de la nature des produits agricoles.

M. Ch. Sainte-Claire Deville fait la communication suivante :

Mémoire sur les émanations volcaniques, par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

Dans douze Lettres adressées à MM. Élie de Beaumont et Dumas, et dont l'Académie des sciences a bien voulu autoriser l'impression dans les *Comptes rendus* de ses séances, j'ai exposé les principaux résultats de trois voyages consacrés à visiter le Vésuve et les champs Phlégréens, les îles Éoliennes, l'Etna et une grande partie de la Sicile. Dans ces explorations, j'ai recueilli une foule d'observations sur la forme générale des massifs volcaniques, sur les détails de leur structure, sur les circonstances physiques qui ont présidé à la sortie des laves anciennes ou récentes et qui se lisent encore dans leurs caractères actuels. Quelques-unes de ces remarques ont déjà trouvé place dans mes Lettres; d'autres, beaucoup plus nombreuses, ne pourront être présentées que dans un travail ultérieur et plus complet. J'ai, au contraire, plus particulièrement insisté sur ce qui faisait le but spécial de mes recherches, à savoir : sur la nature et la répartition des émanations gazeuses et de leurs produits. Ce sont ces derniers résultats, épars dans mes douze Lettres et exposés là dans l'ordre où ils s'étaient présentés, ou, pour mieux dire, à mesure que je les constatais sur les lieux, que je me suis proposé de coordonner d'une manière rationnelle, en les rapprochant de ce que j'avais, à une autre époque, observé moi-même dans les volcans des Antilles et de l'Afrique occidentale et des études faites sur ce sujet par plusieurs savants, particulièrement par Humphry Davy, MM. Boussingault et Bunsen. Ce travail constitue, qu'on me permette cette expression, un corps de doctrine qui embrasse, pour la première fois si je ne me trompe, l'ensemble des émanations volcaniques. Si j'avais été assez heureux pour jeter quelque jour sur un sujet délicat et obscur encore, même après les recherches des Humboldt, des Gay-Lussac, des Davy et de tant d'illustres observateurs, je le devrais à cette circonstance inappréciable d'avoir pu assister à l'une des plus grandes éruptions du Vésuve, peut-être aussi à la persévérance avec laquelle je me suis voué, depuis dix-sept ans, à ces saisissantes études.

Le Mémoire dont je présente ici l'analyse, et qui résume toutes mes recherches antérieures sur ce sujet, se compose de quatre parties.

PREMIÈRE PARTIE.

Dans la première partie, j'expose rapidement les observations géologiques et les expériences chimiques dont les principaux résultats

sont disséminés dans mes douze *Lettres sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale* (1) et dans mon *Mémoire sur la nature et la répartition des fumerolles dans l'éruption du Vésuve du 1er mai* 1855 (2). Celles de ces expériences qui avaient pour but la détermination des éléments gazeux ont toutes été faites sur les lieux, avec des moyens sommaires, mais suffisamment exacts; elles ont toujours été jusqu'à présent et elles sont chaque jour confirmées par les recherches plus précises que nous avons entreprises, M. F. Leblanc et moi, sur des échantillons que j'ai recueillis avec toutes les conditions désirables de pureté (3).

Je passe ainsi successivement en revue ce que, dans le cours de mes trois voyages, j'ai eu l'occasion d'observer :

1° Au Vésuve, soit sur la lave de 1855, pendant et après l'éruption, soit au cratère supérieur ;

2° A l'Etna, sur le cratère supérieur ou sur la lave récemment sortie en 1852 ;

3° Dans l'archipel Éolien, à Stromboli, Vulcano, Lipari et Panaria ;

4° Dans les champs Phlégréens et dans l'île d'Ischia ;

5° Dans un grand nombre de localités de la Sicile, où se dégagent principalement des gaz carburés (acide carbonique et hydrogène carboné).

DEUXIÈME PARTIE.

De cette seule exposition des faits il était impossible de ne point conclure que, non-seulement les émanations volcaniques ne sont pas identiques dans leur composition et dans leur température, mais que les groupes naturels qu'elles forment à ce point de vue ne se répartissent pas indifféremment sur un même massif volcanique, qu'ils s'y localisent, au contraire, d'une manière frappante. Je devais dès lors me demander si cette sorte de départ ne se faisait pas avec une certaine régularité, et c'est à la solution de cette question que j'ai consacré la deuxième partie de mon Mémoire.

Partant de ce fait, qui résultait de l'ensemble de mes recherches, qu'un volcan actif, et surtout un volcan en éruption, est doué de la

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XL, XLI et XLIII. Les deux premières lettres sont imprimées dans le *Bulletin*, t. XII.

(2) *Bull.*, t. XIII, séance du 19 mai 1856.

(3) Ces recherches seront, de notre part, l'objet de communications spéciales.

somme d'émanations la plus variée, j'ai dû chercher, en premier lieu, quelle avait été sur le Vésuve, à partir de mai 1855, la distribution des fumerolles dans les trois tronçons qui formaient alors comme les organes de l'éruption, savoir : l'appareil *normal* ou *central*, ou le cratère proprement dit, et les deux parties qui constituent l'appareil *adventif* ou *excentrique*, c'est-à-dire la fissure de l'éruption et la lave elle-même. Je démontre ainsi que, pour un volcan en éruption, d'une part, *en un moment donné, la nature des fumerolles, en divers points, varie avec la distance de ces points au foyer éruptif*, et, d'autre part, que *la nature des émanations fournies par un même point varie avec le temps qui s'est écoulé depuis le début de l'éruption.*

Admettant tout naturellement que, plus ces coordonnées du temps et de l'espace sont petites, plus est grande l'intensité éruptive du point que l'on considère, j'arrive à établir par là une gradation et comme une sorte de hiérarchie entre les divers ordres d'émanations que j'avais reconnus dans la première partie de mon travail.

L'étude de ces phénomènes sur un volcan en éruption avait le triple avantage de faire connaître ces émanations dans leur plus haut degré d'intensité, dans leur plus grande variété, et aussi dans un moment où chacune d'elles, après s'être localisée le plus nettement avec ses caractères propres, était néanmoins susceptible de subir certaines transformations. Lorsque, poursuivant ma tâche, j'ai successivement abordé les autres évents volcaniques de l'Italie méridionale, depuis les volcans proprement dits qui, comme l'Etna, se trouvaient dans une phase d'activité inférieure à celle que je venais de constater au Vésuve, jusqu'aux représentants les plus affaiblis des forces éruptives, je retrouvai (sauf les *fumerolles sèches* qui sont le propre des laves incandescentes) tous les ordres d'émanations que j'avais reconnus dans le volcan napolitain ; je dus même en signaler deux (hydrogène carboné et azote pur) qui ne s'y étaient point présentés, et qui, en Sicile, caractérisent les évents qui, par leur gisement et leur température, sont relégués au plus bas de l'échelle. Plus je m'éloignais de ceux qui sont susceptibles de donner des laves, plus l'absence des conditions de variabilité particulières à cette phase amenait, dans le groupement des émanations, quelque chose de fixe et de constant. Je pus ainsi me convaincre, et l'on peut s'en assurer en lisant mes descriptions écrites sur les lieux, que partout où se présentent à la fois plusieurs variétés de fumerolles, les mêmes lois président à leur répartition, et que, si les émanations, chimiquement du même ordre, n'ont pas la même température sur tous

les massifs volcaniques, sur chaque massif en particulier, la température la plus élevée, comme le gisement le plus central (1), appartiendra aux fumerolles le plus haut placées dans l'échelle éruptive, la température la plus faible et en même temps la position la plus excentrique aux fumerolles de l'ordre inférieur.

Ces conclusions sont-elles particulières aux évents que je viens de visiter, ou s'appliquent-elles à l'ensemble des phénomènes volcaniques? On concevra aisément que les recherches de ce genre faites antérieurement, celles même auxquelles je me suis livré dans mes précédents voyages, n'ayant pas été dirigées dans le but spécial de contrôler l'exactitude de ces déductions, plusieurs données pouvaient y manquer pour n'avoir point été recherchées; dans tous les cas, une discussion devenait nécessaire pour faire ressortir la concordance, si elle existait, entre ces observations et celles dont je viens de présenter le résumé.

Et d'abord, cette même éruption du Vésuve qui m'a servi de point de départ, a été suivie avec soin par les membres d'une commission nommée à cet effet par l'Académie royale des sciences de Naples. Ces savants distingués ont publié les résultats de leurs travaux (2), et, bien qu'ils ne se soient pas posé de la même façon que moi les problèmes à résoudre, bien que je revendique pour moi seul la responsabilité des faits et des opinions que j'ai présentés dans mes Lettres comme m'appartenant, on peut se convaincre, par la lecture de leur intéressant mémoire, que non-seulement rien de ce qu'ils y annoncent ne s'oppose à mes conclusions, mais que, sur un grand nombre de points, leur travail vient à l'appui du mien (3).

Si, remontant plus haut dans l'histoire du Vésuve, on se rapporte au mémoire de Humphry Davy sur les petites laves de 1819 et 1820 (4), on sera frappé d'y voir plus ou moins nettement exprimée, comme je l'ai décrite en 1855, la prédominance des fumerolles aqueuses dans les parties supérieures de la fissure, tandis que, sur la lave, des fumerolles chlorurées alcalines, anhydres au début de l'éruption, se transforment avec le temps dans le sens même qu'indiquent mes Lettres.

Il serait impossible de mentionner ici les diverses observations qui ont été faites, souvent d'une manière isolée, lors des éruptions du

---

(1) Ou, plus exactement, le gisement le plus rapproché du point initial de l'éruption à laquelle elles doivent leur origine.

(2) *Eruzioni Vesuviane del* 1850 *e* 1855.

(3) Notamment aux pages 80, 101, 168, 170, 171, 181.

(4) Traduit dans les *Annales de chimie et de physique*, t. XXXVIII.

Vésuve, et dont la discussion vient à l'appui de mes conclusions; je me bornerai à citer les expériences de M. Daubeney en 1834 (1), et le travail intéressant de M. Scacchi sur l'éruption de 1850 et sur la période d'activité modérée qui l'avait précédée (2).

Bien que les substances gazeuses émises par l'Etna n'aient point été, avant mon voyage, l'objet d'expériences précises, on peut s'assurer néanmoins que les remarques faites par M. Élie de Beaumont sur les émanations de ce volcan, en septembre 1834, au sommet du cône comme sur la lave de 1852, s'accordent très bien avec mes conclusions (3).

Un point de comparaison extrêmement précieux s'offrait pour moi dans les belles recherches de M. Bunsen sur les volcans de l'Islande (4). Malheureusement, cet habile chimiste est arrivé sur l'Hékla quelques mois trop tard pour pouvoir observer directement les fumerolles qui s'échappaient, au moment même de sa sortie, de la lave rejetée en septembre 1845. Néanmoins il résulte de ses recherches que quelques-unes des émanations primitives de l'éruption devaient être fort riches en chlorures ou en acide chlorhydrique, puisque, malgré la grande solubilité de ces sels, les masses humides qui, plusieurs mois après, entouraient le soufre fondu dans l'intérieur du cratère le plus élevé et le plus considérable, contenaient, pour 8 de sulfates, 19 de chlorures (5). Les enduits d'un autre cratère présentaient 95 de sulfates et 5 environ de chlorures, et ceux-là, d'après M. Bunsen, résultaient de sublimation; enfin, les produits d'une fumerolle du *courant de lave inférieur*, caractérisée par l'absence complète d'acide sulfureux, ont donné jusqu'à 81 p. 100 de chlorhydrate d'ammoniaque.

On voit assez nettement, ce me semble, les résultats de trois ordres différents d'émanations, situés très sensiblement dans les positions que je leur ai reconnues au Vésuve.

L'examen des produits volatils amène aux mêmes conclusions : car, si à cette période secondaire des phénomènes les gaz sulfurés et l'acide carbonique dominaient, les dernières traces d'acide chlorhydrique se retrouvaient encore « dans les fumerolles nées quelques mois auparavant lors de la dernière éruption de l'Hékla, ainsi que

---

(1) *Transactions philosophiques*, 1835, p. 153.

(2) Traduit par M. Damour dans les *Annales des mines*, 4e série, t. XVII, p. 323.

(3) *Annales des mines*, 3e série, t. XXXVIII.

(4) *Annales de chimie et de physique*, 3e sér., t. XXXVIII.

(5) *Annales de chimie et de physique*, 3e sér., t. XXXVIII, p. 260.

dans les sources de vapeur qui jaillissaient du courant de lave qui s'est formé alors (1). »

Ainsi, en Islande comme au Vésuve, l'acide chlorhydrique ou les chlorures avaient accompagné la période active de l'éruption, et ne se retrouvaient plus que dans les dernières traces de cette période primitive, ou, sous la forme de chlorhydrate d'ammoniaque, dans les portions inférieures de la lave qui se refroidissaient, tandis que les combinaisons du soufre se montraient encore, et que l'acide carbonique, dernier représentant des matières gazeuses, était l'élément que le volcan rejetait alors le plus abondamment dans l'atmosphère.

Sur un point seulement il semble y avoir entre nos observations une discordance marquée. Dans les gaz expulsés, sous une forte pression, par les célèbres solfatares de l'Islande, M. Bunsen a trouvé des proportions d'hydrogène qui ont atteint jusqu'à 25 p. 100, tandis que jusqu'à présent M. Leblanc et moi n'avons trouvé aucune trace appréciable de ce gaz dans les produits des fumerolles italiennes. Mais, en supposant que nos analyses ultérieures ne nous en fassent pas reconnaître davantage, il faudra bien remarquer que rien de ce que j'ai décrit dans l'Italie méridionale ne peut être considéré comme l'équivalent des gigantesques solfatares islandaises. Si l'hydrogène doit se trouver en Italie dans les mêmes conditions qu'en Islande, c'est aux Lagoni de la Toscane qu'il faudra le chercher : ceux-ci sont, en effet, les équivalents des Geysers, où l'acide silicique joue le même rôle que l'acide borique aux Lagoni. Dans la troisième partie de ce mémoire, je me réserve d'ailleurs d'indiquer quel rôle me paraît jouer cet hydrogène dans l'économie des émanations volcaniques.

Par contre, M. Bunsen, n'ayant jamais trouvé d'hydrogène carboné en Islande, en conclut que ce gaz est absolument étranger aux émanations des volcans. Mais, en Sicile, je l'ai indiqué sur le flanc même de l'Etna, à Santa-Venerina (2). La vérité est que l'hydrogène carboné est extrêmement rare dans le voisinage des centres volcaniques actifs, parce qu'il s'y transforme, à leur contact, en acide carbonique, comme je crois l'avoir fait voir dans ma *Deuxième lettre à M. Dumas sur les produits d'émanation de la Sicile.* Son gisement

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2e sér., t. XXXVIII, p. 259.

(2) M. Bunsen lui-même a reconnu, depuis lors, l'hydrogène carboné dans les gaz recueillis aux salses du Caucase par M. Abich, qui admet, si je ne me trompe, leurs rapports de gisement avec les chaînes volcaniques de la contrée.

habituel est l'extrémité des chaînes de montagnes récemment soulevées.

J'arrive aux volcans de l'Amérique. Là nous trouvons un travail classique. On sait que M. Boussingault a montré que les gaz qui, en 1831, se dégageaient, avec la vapeur d'eau, des cratères des quatre volcans les plus septentrionaux de l'équateur se composaient d'acide carbonique, accompagné de faibles quantités d'acide sulfhydrique et de vapeur de soufre, et qu'un cinquième, le Cumbal, présentait en quelques points des flammes avec acide sulfureux, en d'autres points l'acide sulfhydrique et l'acide carbonique. Jamais, d'ailleurs, l'eau condensée à ces fumerolles n'a donné trace d'acide chlorhydrique ni de chlorures. Or, on voit que, pour rendre compte des faits, il suffit d'admettre que ces évents volcaniques étaient alors à l'état de solfatares, et dans une intensité supérieure pour l'un d'eux, inférieure pour les quatre autres, à l'état ordinaire des solfatares d'Islande; inférieure, pour tous les cinq, à l'état où j'ai trouvé récemment les solfatares de Vulcano et de Pouzzoles. Une circonstance qui vient à l'appui de cette conclusion, c'est que la température, à Cumbal, était plus élevée que dans les quatre autres bouches, et que (si l'on excepte celle de Pasto) cette température allait même en croissant depuis Tolima, la plus septentrionale; de sorte que les phénomènes physiques et chimiques semblaient indiquer alors une progression croissante dans l'intensité éruptive de la faille volcanique, à mesure qu'elle s'approchait davantage du nœud central de Quito.

Les analyses, faites par M. Boussingault, des eaux du Rio-Vinagre, qui sortent des flancs de l'un d'eux, le Puracé, et qui sont chargées de chlorures et même, très probablement, d'acide chlorhydrique libre, prouvent d'ailleurs que ce dernier acide n'est point étranger à ces évents volcaniques (1), et, selon toute apparence, il doit s'y manifester chaque fois que le comporte l'intensité éruptive à la surface.

Il était naturel que je fisse porter la même discussion sur les manifestations des bouches volcaniques que j'ai eu l'occasion d'observer lors de mon premier voyage, de 1840 à 1843.

Je passe ainsi successivement en revue, sous ce rapport :

1° La Guadeloupe,

2° La Dominique,

---

(1) On doit tirer la même conclusion de la petite quantité de chlore et de phosphore que j'ai indiquée dans la roche du Puracé (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XLII, p. 1170).

3° La Martinique,
4° Saba, Saint-Eustache et les Saintes,
5° La Trinidad,
6° Fogo,
7° Ténériffe (1),

et je montre quelle phase des phénomènes éruptifs reflétait chacune de ces îles volcaniques au moment où je l'ai visitée.

La discussion dont je viens d'indiquer les principaux éléments m'ayant amené à penser que, selon toute probabilité, les conséquences que j'avais déduites de mes études sur les volcans italiens s'appliquent, d'une manière générale, à toutes les émanations volcaniques, j'ai cherché à formuler, dans le tableau ci-joint, les relations qui me paraissent exister entre la nature et le gisement des divers produits de ces émanations. Dans ce tableau, chaque produit est rangé à la fois d'après l'élément électro-négatif et d'après l'élément électro-positif de la combinaison primitive dont il émane. Il n'échappera d'ailleurs à personne qu'il y a, dans cette disposition même, une donnée soumise en apparence à un certain arbitraire, mais en réalité à un choix raisonné : c'est, dans chaque groupe chimique, la combinaison que l'on suppose primitive, et dont les transformations postérieures réalisent les produits secondaires que l'on observe. C'est à cette discussion, qui embrasse à la fois la situation géologique des substances et leurs propriétés, leurs réactions obtenues dans le laboratoire, qu'est consacrée la troisième partie de mon Mémoire. Quant à présent, une simple comparaison permet de se convaincre que les produits primitifs ou secondaires cités, dans mes Lettres ou dans les Mémoires spéciaux que je viens de discuter, comme appartenant à une même fumerolle, se trouvent toujours, dans mon tableau, placés à des niveaux horizontaux peu différents, de manière à y former facilement des groupes qui représentent ceux de la nature.

---

(1) En tenant compte, pour ce dernier volcan, des observations faites par mes devanciers : Labillardière, MM. de Humboldt, Cordier et Léopold de Buch.

Tableau de la répartition des corps simples et de leurs combinaisons dans les produits des émanations volcaniques.

ÉLÉMENTS ÉLECTRO-NÉGATIFS DES COMBINAISONS PRIMITIVES.	Fluor, Chlore, Brome? Iode.			Soufre, Sélénium.			Carbone.
ÉLÉMENTS ÉLECTRO-POSITIFS DES COMBINAISONS PRIMITIVES.	Phosphore.	Métaux leucolytes.	Mét. chroïcolytes	Arsenic.	Bore?	Hydrogène.	Hydrogène.
PRODUITS PRIMITIFS OU SECONDAIRES DES FUMEROLLES SÈCHES.	Chloro- (fluo?) phosphate de chaux.	Chlorure de sodium. Chlorure de potassium. Chlorure de manganèse (1).	Chlorures et oxydes de fer, de cuivre, de cobalt, de plomb.			Sulfates anhydres de potasse, de soude, de magnésie, de chaux?	
		Acide chlorhydrique (et chlorures formés postérieurement).				Acide sulfureux et sulfates hydrates formes postérieurement.	
PRODUITS PRIMITIFS OU SECONDAIRES DES FUMEROLLES AQUEUSES.	Phosphate d'ammoniaque ou de fer?	Chlorhydrate d'ammoniaque.		Sulfoséléniure d'arsenic.	Acide borique hydraté. Borate d'ammoniaque?	Soufre. Hydrogène. Hydrogène sulfuré. Sulfates formés postérieurement. Silice hydratée.	Acide carbonique. Carbonates formés postérieurement. Hydrogènes carbonés.

(1) Le manganèse est ici parmi les métaux leucolytes, parce que son protochlorure est blanc.

TROISIÈME PARTIE.

Dans la troisième partie, qui n'est, pour ainsi dire, que le développement et la justification du Tableau précédent, je recherche les réactions chimiques par lesquelles on peut se rendre compte des phénomènes dont je viens de définir la nature et la succession.

Voici les principaux points que je traite dans cette partie de mon Mémoire :

1° Pour concevoir le passage des fumerolles sèches à toutes les autres variétés d'*émanations chlorurées*, il suffit de se rappeler l'expérience dans laquelle MM. Gay-Lussac et Thenard ont produit l'acide chlorhydrique par la réaction du chlorure de sodium et de l'eau sur une matière silicatée incandescente. Il est clair que l'on a ici les éléments de la réaction, l'eau étant amenée par l'air qui circule dans toutes les parties de l'appareil volcanique, si l'on n'admet pas qu'elle existe toute formée dans la lave incandescente.

La même réaction explique un fait que j'ai signalé précédemment : savoir, que les feldspaths des roches volcaniques présentent souvent, avec une structure vitreuse ou indéterminée, une proportion anormale de soude.

2° L'acide chlorhydrique une fois obtenu, les chlorures alcalins terreux ou métalliques, résultent naturellement de son action sur les roches qu'il traverse.

Néanmoins il y a lieu de se demander si ces chlorures métalliques n'ont pas eux-mêmes une origine primitive et du même ordre que les chlorures secs. L'existence de la *cotunnite* ou chlorure de plomb pourrait le faire penser.

3° Le chlorhydrate et l'iodhydrate d'ammoniaque s'expliquent par l'intéressante expérience de M. Melsens, qui a obtenu le premier de ces sels en mettant en contact avec un corps poreux échauffé un courant d'acide sulfhydrique et de l'eau tenant en dissolution de l'air et de l'acide chlorhydrique. Ici encore on a dans la nature tous les éléments de la réaction, et ceci fait concevoir pourquoi le chlorhydrate d'ammoniaque ne se trouve jamais au-dessus d'un certain niveau. L'absorption de l'azote de l'air, dans cette circonstance, n'a lieu sans doute qu'à la faveur de la pression.

4° Les chlorophosphates dont j'ai, le premier, constaté l'existence dans les laves et dans les produits des solfatares, résultent très vraisemblablement d'une réaction analogue à celle qu'a si ingénieusement réalisée M. Daubrée.

Toutes les réactions précédentes supposent que le chlore et les autres

corps haloïdes viennent au contact de l'air ou de l'eau, à l'état primitif de chlorures, fluorures, etc., alcalins. C'est, en effet, la forme sous laquelle je les ai trouvés dans les *fumerolles sèches*, qui sont les fumerolles primitives par excellence, puisqu' elles s'échappent de la lave elle-même au moment de sa sortie. Ces composés halogènes décomposent l'eau, absorbent son hydrogène, tandis que l'oxygène se porte sur le métal alcalin rendu libre.

C'est par une réaction opposée que procèdent le soufre et le carbone. Ceux-ci sont engagés primitivement dans des combinaisons hydrogénées, que l'on retrouve aussi dans la nature, et qui viennent se brûler à l'air en formant de l'eau et des combinaisons oxygénées, acides ou neutres.

Les produits des *émanations sulfurées* sont, suivant la température et les conditions de la réaction :

1° L'acide sulfhydrique ;

2° L'eau et la vapeur de soufre ;

3° L'eau et l'acide sulfureux.

On conçoit, d'ailleurs, que la vapeur de soufre peut provenir, soit d'une combustion incomplète de l'acide sulfhydrique, soit d'un mélange et d'une décomposition réciproques entre ce dernier gaz et l'acide sulfureux. Aussi la vapeur de soufre peut-elle coexister, dans une même fumerolle, avec l'acide sulfhydrique ou avec l'acide sulfureux, tandis que les deux derniers sont incompatibles (1) ;

4° L'eau et l'acide sulfurique ;

5° Enfin, tous les produits solides (sulfates alcalins, alumineux,

---

(1) Le choix de l'acide sulfhydrique comme état de combinaison initial du soufre me semble résoudre les divers problèmes relatifs à ces fumerolles plus simplement que l'hypothèse adoptée par M. Bunsen (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXXVIII, p. 272) qui fait arriver le soufre en vapeur sur les roches incandescentes. Il faut alors admettre que le fer se trouve dans ces roches à l'état de sesquioxyde, ce qui n'est pas le cas habituel. La présence du fer oxydulé dans les laves s'explique, d'ailleurs, très naturellement par les fumerolles chlorurées.

Quant à l'hydrogène, que cet habile chimiste a trouvé dans les gaz des solfatares islandaises, on peut admettre avec lui qu'il résulte de la décomposition de l'acide sulfhydrique en ses deux éléments, soufre et hydrogène. J'ajouterai même que la haute pression qu'y supportent ces gaz explique comment l'air n'y a pas d'accès, et pourquoi, par conséquent, il ne se forme pas d'acide sulfureux, malgré l'élévation de la température. Cette haute pression ne se trouve nulle part dans les solfatares de l'Italie méridionale ; aussi M. Leblanc et moi n'y avons jamais trouvé d'hydrogène libre.

terreux et métalliques) qui résultent de l'action de l'acide sulfurique sur les roches avec lesquelles il vient en contact.

Les produits des *émanations carburées* sont :

1° Les hydrogènes carbonés gazeux ;

2° Les hydrogènes carbonés sous forme de naphte et de bitume, et tenant alors le plus souvent une petite portion d'oxygène ;

3° L'eau et l'acide carbonique ;

4° Tous les carbonates formés postérieurement, en particulier, les carbonates de chaux et de soude.

De ces réactions il résulte de l'azote que l'on retrouve en excès dans les émanations naturelles.

Toutes mes observations viennent d'ailleurs à l'appui de ces explications. On peut voir, entre autres, dans ma *Deuxième lettre à M. Dumas* comment l'hydrogène carboné des salses de la Sicile se transforme en acide carbonique, à mesure que les gisements se rapprochent du foyer incandescent qui gît au-dessous de l'Etna.

Parmi les produits secondaires des deux derniers ordres d'émanations, il faut citer la silice et l'acide borique.

On sait qu'une foule d'analyses et d'expériences (1) permettent, dans les deux cas, de se rendre très bien compte de l'isolement de la silice. Quant à l'acide borique, sa coexistence, à Vulcano comme en Toscane, avec des émanations sulfurées pourrait faire penser avec M. Dumas (quelle que soit, d'ailleurs, la source primitive d'où il émane) que le bore arrive près de la surface à l'état de sulfure.

Enfin, l'arsenic, qu'on ne trouve jamais, dans les volcans, combiné qu'avec le soufre ou le sélénium, provient très probablement de l'altération, au contact de l'air, d'hydrogènes arsénié et sélénié qui peuvent être mélangés, en plus ou moins grande proportion, avec l'hydrogène sulfuré.

En résumant les pages précédentes, on voit que tous les ordres d'émanations que j'ai définis et étudiés se séparent nettement en deux groupes, suivant que la *substance motrice* (pour me servir de l'expression de M. Durocher) est l'hydrogène ou bien un corps haloïde, comme le chlore, le fluor. Et c'est le cas de faire ressortir le remarquable antagonisme de ces deux grandes catégories d'émanations. Tandis que le chlore et ses congénères *décomposent l'eau* en absorbant son hydrogène et en fixant son oxygène sur le métal alcalin qui les

---

(1) Entre autres, pour l'acide carbonique, les expériences d'Ebelmen, celles de M. Damour, et, pour l'acide sulfhydrique, celles que j'ai communiquées à l'Académie des sciences. (*Comptes rendus*, t. XXXV, p. 61.)

accompagne, le soufre et le carbone, entraînés au jour par l'hydrogène, ont au contraire, en quelque sorte, pour mission de *reconstituer cette eau* aux dépens de l'oxygène de l'air. C'est un exemple de plus de ce dualisme que présentent si fréquemment les phénomènes naturels, et qui tend à maintenir l'équilibre entre les forces qui s'y manifestent.

Après avoir expliqué, par des réactions bien définies entre les éléments fournis par l'observation, les diverses transformations que subissent les fumerolles, il reste à voir comment se justifie leur répartition dans l'ensemble de l'appareil volcanique.

Et d'abord, sur le cours même de la lave. Ici nulle communication directe avec le foyer intérieur, et, comme j'ai observé ces fumerolles sur la lave du Vésuve, plus de quinze mois après sa sortie, il faut nécessairement admettre que la matière incandescente apporte avec elle et entraîne jusqu'aux points les plus éloignés qu'elle atteigne, les substances susceptibles de donner, pour les *émanations halogènes* comme pour les *émanations sulfurées*, tous les produits que j'ai cités précédemment et qui résultent soit de l'entraînement direct, soit de réactions entre les éléments primitifs des émanations et les matériaux des roches ou de l'atmosphère.

Quant aux *émanations carburées* (hydrogène carboné ou acide carbonique), je n'en ai jamais remarqué de traces sur aucun point de la lave, et en aucun moment; et les expériences de Davy sur la lave de 1819, à sa sortie, concordent avec les miennes.

A la vérité, l'un des gaz recueillis par M. Bunsen sur le courant sorti de l'Hékla en 1845 contenait une faible proportion (0,01) d'acide carbonique. Mais ce savant chimiste n'ayant point indiqué sur quelle portion de la coulée il avait opéré, il se pourrait que cette petite quantité d'acide carbonique mélangée à l'air normal provînt de la fissure d'éruption, comme l'acide carbonique qui sur l'Etna, en 1856, sortait de la lave de 1838, immédiatement au-dessus de la fissure.

Quoi qu'il en soit, pour les deux premiers ordres d'émanations, on voit très bien comment leurs transformations localisent sur le cours de la lave des fumerolles dont les caractères varient, comme je l'ai établi dans la première partie de ce Mémoire, avec la distance au foyer de l'éruption et avec le temps qui s'est écoulé depuis son origine. Car ces deux coordonnées du temps et de l'espace représentent, en définitive, les variations de la température, sous l'influence desquelles se forment, au moyen des éléments primitifs des émanations et des éléments accessoires fournis par les roches ou par l'atmosphère, les divers produits que j'ai énumérés pour chaque ordre.

Ainsi se présentent successivement et à des températures de moins en moins élevées : les chlorures secs et les sulfates alcalins ; l'acide chlorhydrique ou les chlorures métalliques avec l'acide sulfureux ; ce dernier acide ou le soufre en vapeur ou même l'hydrogène sulfuré avec le chlorhydrate d'ammoniaque. Ce ne sont évidemment que des modifications concomitantes, sous l'influence de causes physiques et chimiques variables, d'un même mélange entraîné avec la matière incandescente.

La question la plus délicate que présente l'étude des fumerolles de la lave gît dans cet entraînement, dans cette sorte de condensation par la matière incandescente, des substances gazeuses qui s'en échappent plusieurs années encore après sa sortie.

Les meilleurs observateurs sont restés convaincus que les choses se passent de la sorte, et, si l'on n'en voit pas encore d'explication bien satisfaisante, on peut au moins signaler, dans la nature et dans les laboratoires, certains faits qui semblent en connexion avec cette singulière propriété des roches silicatées en fusion. Je citerai particulièrement les *obsidiennes*. Ces verres naturels ne sont dus, comme on sait, qu'au refroidissement rapide des laves, surtout de celles qui sont riches en silice. Or, la plupart des obsidiennes recèlent encore de l'eau, du chlorure de sodium, des matières bitumineuses ou ammoniacales, et, si elles viennent à être chauffées bien au-dessous de leur point de fusion, elles se boursouflent, deviennent extrêmement poreuses, passent, en un mot, à l'état de pierres ponces. Il semble donc que, dans la formation des obsidiennes, le brusque passage à l'état vitreux se fait avant l'entier dégagement des substances volatiles, dégagement que favorise sans doute le travail de la cristallisation, et qui en est même peut-être une conséquence (1).

On trouve des difficultés plus grandes encore lorsque l'on passe des fumerolles de la lave à celles qui, sur le cône volcanique lui-même, s'échelonnent suivant une fissure diamétrale, communiquant avec le foyer intérieur, de telle sorte que leur nature même puisse changer, soit avec l'espace, soit avec le temps. Ainsi, à Vulcano, du cratère central sortent des fumerolles à chlorhydrate d'ammoniaque et à acide sulfureux ; puis, sur la pente du cône, des vapeurs sulfureuses avec dépôt de soufre ; plus loin encore, l'acide sulfhydrique, mélangé d'un peu d'acide carbonique ; enfin, à la limite de l'aire

(1) La formation des zéolithes dans les dolérites et dans les basaltes pourrait être due, au contraire, à ce que les vapeurs, bien que moléculairement dégagées des matières de la roche, resteraient emprisonnées par une haute pression ou par toute autre cause.

d'activité, l'acide carbonique pur. Ou bien encore, sur le cône de l'Etna, la fissure de 1838, après avoir donné très probablement au début de l'éruption des gaz chlorurés, et certainement des gaz sulfurés (puisque de ces derniers on voit encore les traces), ne dégagera plus, en 1856, que de l'acide carbonique.

Ces variations dépendent d'un ordre de causes semblable à celui qui a produit, dans l'intérieur d'un même filon, le dépôt successif de matériaux divers. En embrassant les phénomènes dans toute leur généralité, on reconnaît un lien entre les émanations que nous voyons se succéder les unes aux autres dans nos volcans, pendant le cours d'une éruption, et celles qui, dans la série des âges du globe, ont prédominé à chaque époque. Ainsi, pour fixer les idées, lorsque, au début d'une éruption, les orifices de la lave rejettent des gaz chlorés et fluorés, en même temps qu'il se fixe dans la roche de la chaux phosphatée et du fer oxydulé, n'est-ce pas, dans l'époque actuelle, l'équivalent des phénomènes d'émanations qui, sous l'influence des mêmes agents d'entraînement, le chlore et le fluor, ont enrichi les roches les plus anciennement consolidées de tourmalines, de topazes, de chaux phosphatée, d'étain oxydé, en un mot, de cette pléiade de corps, intimement associés les uns aux autres, et dont on a si heureusement caractérisé le rôle en les appelant la *pénombre du granite?*

Lorsqu'on passe des corps haloïdes aux autres corps simples électro-négatifs qui jouent le principal rôle dans les émanations volcaniques, on trouve des circonstances analogues, et l'examen du Tableau de la page 262 prouve qu'en rangeant les émanations d'après l'élément électro-négatif (chlore, soufre, carbone) qui les caractérise, on les range sensiblement aussi, à la fois, d'après leur ordre d'apparition et d'après leur ordre d'intensité.

L'intervention de ces corps simples présente ainsi dans les phénomènes volcaniques, ou, plus exactement, dans une éruption actuelle, la même loi de succession que dans l'ensemble des phénomènes éruptifs du globe; et des deux côtés, en se tenant, bien entendu, dans les termes les plus généraux (1), on pourrait reconnaître l'*âge du fluor*, l'*âge du chlore*, l'*âge du soufre*, l'*âge du carbone.*

---

(1) Cette restriction ne devient même plus nécessaire si, comme je le fais dans le tableau, on tient compte de l'élément électro-positif, et si l'on dit en même temps : *âge de potassium*, *âge de sodium*, *âge de calcium ;* ou *âge d'étain*, *âge de plomb*, *âge de fer ;* ou *âge de phosphore*, *âge d'arsenic*, *âge d'azote*. C'est dans une sorte d'harmonie et d'équilibre, dont on entrevoit déjà très bien les lois, entre ces deux éléments (électro-positif, électro-négatif) de toutes les substances

Il serait peut-être prématuré de chercher aujourd'hui à pénétrer bien avant dans la recherche des lois qui ont imprimé d'une manière si évidente un cachet, commun tout à la fois et varié, à l'ensemble de ces manifestations, perpétuellement actives, des forces intérieures du globe sur son enveloppe extérieure. Mais je croirais avoir rendu un vrai service aux sciences géologiques, si j'avais établi, par des observations et par des expériences faites sur la nature même en travail, le principe de ces analogies générales et si j'avais, pour ma part, contribué à frayer la voie dans laquelle s'en trouvera un jour l'explication.

Au reste, ces lois de coordination ne se manifestent pas seulement aujourd'hui dans les phénomènes des volcans; elles se vérifient même dans les effets d'actions de ce genre qui sont passées à des époques antérieures à la nôtre, chaque fois qu'on en peut saisir encore un dernier représentant.

Sans quitter l'Italie, on en voit une preuve dans le célèbre gîte alunifère de la Tolfa. Des émanations très variées qui se sont fait jour au moment de sa formation, et dont on y retrouve les traces incontestables, il ne reste plus que le dernier terme, l'acide carbonique, qui se dégage, au pied même de la colline, de la source thermale de Civita-Vecchia. Non loin de là, en Toscane, sont les solfatares de Pereta et de Selvena; M. Coquand, dans un mémoire très intéressant (*Bulletin de la Société géolog.*, 2e série, t. VI, p. 91), a fait voir que ces manifestations actuelles doivent être considérées comme les dernières conséquences d'un fait éruptif plus ancien et plus considérable, qui a produit, dans le voisinage, les filons de quartz antimonifère, et il rattache, avec toute vraisemblance, à des causes primitives analogues les *suffioni* ou *lagoni* d'où l'on extrait l'acide borique, et dont les émanations gazeuses contiennent, d'après M. Payen, de l'hydrogène sulfuré et de l'acide carbonique.

Enfin, les régions d'eaux minérales, considérées dans leur ensemble, peuvent être, comme je l'ai prouvé pour celles de la France (*Annuaire des Eaux de la France*, Introduction, p. LIV), caractérisées par la prédominance des chlorures, ou des sulfates, ou des

---

minérales, qu'il faut chercher la méthode naturelle de leur classification et le secret de l'emploi qu'en a fait la nature. C'est aussi cet ordre de considérations qui m'a guidé dans la rédaction du *Tableau de la répartition des corps simples dans les substances naturelles*, que j'ai soumis à l'Académie des sciences dans sa séance du 22 janvier 1855, et que mes études ultérieures m'ont amené à modifier dans quelques-unes de ses parties.

carbonates; et cette circonstance n'est autre chose que le reflet actuel, et probablement variable à très longs termes, des émanations gazeuses qui ont accompagné le soulèvement des chaînes qui recèlent ces sources, ou, plus exactement, les roches éruptives qui ont été les agents secondaires de ce soulèvement.

Ainsi la question se simplifie peut-être en se généralisant. Les émanations gazeuses de tous les âges, et leurs produits immédiats, ont pour origine première la venue au jour, ou près du jour, d'une masse éruptive lithoïde; et leurs conditions physiques et chimiques ont, pour un même gisement, varié continuellement et dans un sens déterminé, à mesure que s'éloignait l'époque de leur première apparition.

Voilà donc le lien qui rattache l'histoire des émanations gazeuses actuelles à celle des grands phénomènes éruptifs de notre globe, et, par suite, à celle des grands phénomènes mécaniques qui ont accidenté la surface. C'est ce point de vue stratigraphique de la question que j'aborde dans la quatrième et dernière partie de mon Mémoire.

QUATRIÈME PARTIE.

Les problèmes stratigraphiques qui se rattachent aux phénomènes de la volcanité sont nombreux, et l'on concevra aisément que mon intention ne pouvait être de les examiner tous dans ce travail. Restant dans les limites que m'imposait le cadre de mon Mémoire, j'ai recherché seulement : 1° comment se répartissent les *orifices d'émanations* sur un même massif volcanique ; 2° si les gisements qu'ils affectent sur un volcan pouvaient se rattacher aux grands accidents stratigraphiques de la contrée.

Je ne traite même ces questions que relativement aux deux grands volcans italiens, sur lesquels ont porté mes dernières études, me réservant de les reprendre plus tard avec toute la généralité qu'elles comportent, mais aussi après les travaux de critique et de comparaison qu'elles exigent.

On sait que, sur un volcan, l'effet d'une éruption est de former de grandes crevasses, dont la direction prolongée passe toujours sensiblement par le centre du cratère supérieur (1). M. Élie de Beaumont a même montré que l'exhaussement qui doit résulter de cet *étoilement* surpasse, pour l'Etna, toutes les variations durables que peut éprouver la gibbosité centrale, par la suraddition graduelle

(1) Léopold de Buch, *Description des îles Canaries*, traduction de M. Boulanger, p. 330.

des produits des éruptions (1). En outre, M. Carlo Gemmello a conclu, de ses nombreuses observations sur le même volcan, que les premiers cônes ou orifices qui se déterminent sur la crevasse d'une éruption sont aussi ceux qui se trouvent le plus haut vers la cime, qu'il s'en forme successivement d'autres plus bas, et qu'enfin la violence de l'éruption et la masse des laves qui s'écoulent sont d'autant plus considérables que l'orifice s'est de plus en plus abaissé.

Les observations faites par M. Élie de Beaumont sur les trois orifices qui, sur une même fissure de l'Etna, ont donné successivement des laves en 1832, corroborent entièrement la remarque de M. Gemmello (2).

Cela n'est rigoureusement vrai que lorsqu'on compare entre eux les divers orifices d'une même éruption. Néanmoins, dans chaque volcan, on reconnaît, d'une manière générale, un rapport entre le volume des courants de lave et l'altitude de leur point de sortie. C'est ainsi que les deux plus grandes laves de l'Etna, celles de 1669 et de l'an 396 avant J.-C., sont précisément celles dont les points de sortie sont le moins élevés. Le Vésuve a présenté des faits semblables lors de ses principales éruptions en 1631, en 1760, en 1794 ; et la dernière éruption de ce volcan, celle de 1855, a parfaitement confirmé les remarques faites sur l'Etna.

Réciproquement, la plupart des éruptions qui, sur l'Etna ou sur le Vésuve, se sont déclarées à une petite distance du sommet, ont été de petites éruptions, se succédant ordinairement à de courts intervalles, ou d'une manière presque commune. Telles ont été, en particulier, les deux périodes d'éruptivité faible et continue qu'a présentées le Vésuve de 1813 à 1820 et de 1842 à 1848.

On peut donc distinguer, dans un volcan actif, deux sortes d'appareils. L'un, l'*appareil normal* ou *central*, placé au sommet et dans l'axe du cône supérieur, fonctionne d'une manière plus ou moins variable, mais continue ; l'autre, que j'appellerai l'*appareil adventif* ou *excentrique*, ne se manifeste que lors d'une éruption, et ses organes (c'est-à-dire la fissure et les orifices qui la jalonnent) ne se révèlent habituellement qu'à une certaine distance de l'axe du cône, et cessent de fonctionner lorsque cesse l'éruption.

---

(1) *Annales des mines*, 3e série, t. IX, p. 626.

(2) Si l'on évaluait, par le nombre des jours pendant lesquels la lave a coulé, en 1832, la violence relative de l'éruption pour les trois orifices ouverts successivement, on aurait les rapports suivants : 1 : 3 : 17 ; mais ces rapports sont beaucoup trop faibles, parce que le volume des laves, à leur sortie, était beaucoup plus considérable dans les orifices inférieurs, et surtout dans le dernier.

Le premier appareil donne, dans les moments de tranquillité, des vapeurs *toujours aqueuses* qui, suivant l'intensité actuelle du volcan, ou même du point particulier d'où elles s'échappent, entraînent, avec ou sans pression, des acides chlorhydrique et sulfureux, accompagnés ou non de chlorures métalliques ; ou l'acide sulfureux seul ; ou de la vapeur de soufre ; ou de l'acide sulfhydrique ; ou de l'acide carbonique, jamais d'hydrogène carboné. C'est toujours cet appareil normal qui donne, par une explosion et par la formation d'un gouffre plus ou moins profond, le signal d'une éruption. Le plus ordinairement l'explosion n'a pas lieu au centre même du cratère, mais sur un de ses bords, et du côté où se fera la fissure, laquelle se détermine quelques heures ou quelques jours après, rarement, comme dans la dernière éruption du Vésuve, quelques mois après.

Le plan de la fissure éruptive entame quelquefois le cône sur deux génératrices opposées ; mais, le plus souvent, cette fissure ne se manifeste que d'un seul côté. Une fois formée, elle laisse échapper avec la lave les *fumerolles sèches* ou chlorures alcalins anhydres, puis successivement les autres produits gazeux que j'ai énumérés dans la première partie de mon Mémoire. A mesure que s'abaisse sur la fissure, comme je viens de le dire, le siége de l'éruption, les orifices supérieurs de la fissure subissent des dégradations d'intensité qui se traduisent par les mêmes variations dans leurs produits gazeux ; puis ils s'éteignent peu à peu, et l'appareil central reprend progressivement l'intensité qu'il avait, en partie, perdue pendant l'éruption.

Souvent, dans cette réintégration des forces éruptives au foyer normal, il arrive que la mesure habituelle de ces forces est dépassée, et que l'incandescence s'y manifeste : c'était le cas de l'Etna, en 1788, quand l'observa Spallanzani, peu de mois après une éruption. Quelquefois même l'intensité qu'acquiert le sommet par cette sorte de réaction est suffisante pour y établir une série presque continue de petites éruptions : c'est ce que l'on voit aujourd'hui au Vésuve.

Ce dernier cas coïncide presque toujours avec la formation, au centre du cratère, d'une dépression plus ou moins profonde. Il n'est pas rare que ce gouffre, formé à la suite de la grande éruption, soit peu à peu comblé par les petites laves, et que celles-ci finissent par déborder le cratère lui-même, comme cela est arrivé au Vésuve en 1848, après six ans d'éruptivité faible et presque continue.

En résumant ce que je viens de dire, dans le plan de fissure d'une éruption on peut considérer deux lignes partant toutes deux du foyer intérieur, à quelque profondeur qu'on le suppose d'ailleurs

situé. L'une est l'axe même du cône volcanique autour duquel se coordonnent les émanations du sommet, ou l'appareil normal; l'autre aboutit au point de la fissure, d'où, en un moment donné, s'écoule la lave : ce sera, si l'on veut, l'*axe éruptif;* et l'on peut dire, au moins d'une manière générale, que plus est grand l'angle de ces deux lignes, plus est grande aussi la violence de l'éruption.

Les choses peuvent se concevoir de la manière suivante : Lorsque, par des circonstances particulières (dont il est aisé, d'ailleurs, d'imaginer plusieurs causes probables), le noyau central de la montagne volcanique est formé de matière fluide incandescente, celle-ci, exerçant une pression intérieure, tendra à s'écouler par le point le plus bas d'une fissure, préexistante ou non, et l'écoulement sera d'autant plus abondant que le point sera situé plus bas. Quant aux matières gazeuses, elles tendent toujours à s'échapper par les orifices du sommet, placés immédiatement au-dessus du foyer. Lorsque la matière fluide intérieure ne sera pas assez abondante pour déterminer une rupture nouvelle ou la réouverture d'une fente ancienne, elle pourra elle-même atteindre le fond du cratère supérieur, et elle y déterminera, soit un simple amas de lave incandescente, soit une succession de très petites éruptions.

C'est en m'appuyant sur les déductions de tous les faits que j'avais observés jusqu'alors que, me trouvant, en mai 1856, au sommet du Vésuve, et voyant toutes les manifestations volcaniques se parquer de plus en plus vers le centre du cratère, où s'était formée une vaste dépression, je n'hésitai point à annoncer que, suivant toute probabilité, il s'établirait avant peu, au fond de cet abîme, une série de petites éruptions (1). Et j'eus la satisfaction, à mon retour de Sicile au mois d'août suivant, d'être moi-même témoin du fait que j'avai prévu (2), et qui se poursuit encore en ce moment (3).

A ce point de vue, Stromboli n'est autre chose qu'une cheminée volcanique dans laquelle la lave incandescente atteint aisément le sommet, mais sans exercer jamais sur les parois latérales une pression suffisante pour les fissurer. L'axe éruptif y coïncide toujours

---

(1) *Cinquième lettre à M. Élie de Beaumont* (*Comptes rendus*, t. XLIII, p. 213).

(2) *Sixième lettre à M. Élie de Beaumont* (*Comptes rendus*, t. XLIII, p. 435).

(3) Ainsi que me l'annonce M. Guiscardi, par une lettre en date du 16 novembre 1856 : les pierres incandescentes rejetées par le Vésuve s'aperçoivent même de Naples pendant la nuit.

sensiblement avec l'axe même du cône, et il doit en résulter, ce qui s'observe, en effet, une succession non interrompue de très petites éruptions, dans lesquelles les matières gazeuses, et surtout la vapeur d'eau, jouent un grand rôle.

On peut dire qu'*actuellement le Vésuve est dans la phase strombolienne.*

Cette phase d'éruptivité fera à son tour place à une autre ; car c'est le propre des *volcans actifs* de pouvoir passer successivement par tous les ordres d'intensité, depuis les plus élevés jusqu'aux derniers.

Bien plus, un même volcan présentera *à la fois* des émanations correspondant à divers ordres d'intensité éruptive, et cette circonstance nous ramène à la considération qui domine tout ici, à celle des *fissures d'éruption.* En effet, si l'on observe, comme je l'ai fait au Vésuve et à l'Etna, que du cratère supérieur, c'est-à-dire du centre commun où viennent converger toutes les fissures, s'échappent, dans le même moment, des fumerolles absolument différentes par leur température comme par leur composition chimique, on pourra s'assurer que ces émanations appartiennent à des fissures différentes, ayant servi à des éruptions dont on peut assigner les dates. D'un autre côté, en suivant la trace d'une même fissure, on pourra constater des variations dans les conditions physiques et chimiques des fumerolles, à mesure qu'on s'éloignera du centre vers la circonférence.

Ces fissures, qui, comme tout le démontre, jouent un rôle prépondérant dans les phénomènes volcaniques, sont-elles des accidents éphémères ? Chacune d'elles, après avoir donné issue dans une éruption aux émanations lithoïdes ou gazeuses, est-elle destinée à s'oblitérer entièrement ?

Des faits nombreux, signalés en partie dans mes douze Lettres sur les volcans italiens, prouvent que quelques-uns au moins de ces plans de fissuration ont entamé les massifs volcaniques d'une manière assez profonde et assez persistante pour que leurs directions se retrouvent fréquemment, pour certains même avec une sorte de régularité, lors des principales explosions des forces éruptives.

C'est ainsi qu'en 1855, comme dans toutes les grandes commotions du Vésuve, l'acide carbonique s'est dégagé uniquement sur deux lignes, divergeant toutes deux du cratère supérieur, et se dirigeant, l'une sur Resina, l'autre sur Torre del Greco, c'est-à-dire que les mofettes ont suivi les fissures des deux plus grandes éruptions de ce volcan, celles de 1631 et de 1794. On sait d'ailleurs qu'il n'y a qu'un seul indice à peu près certain d'une prochaine

éruption du Vésuve : c'est la disparition de l'eau dans les puits de Resina et de Torre del Greco.

Maintenant, prolonge-t-on la fissure éruptive de 1853 ? Après avoir passé au sommet du cône, elle ira tomber de l'autre côté, précisément sur les *Bocche-Nuove* de 1760, c'est-à-dire sur l'origine de la seule coulée qu'on puisse comparer, pour son importance, à celles de 1631 et de 1794.

La fissure de la grande éruption de 1850, prolongée de l'autre côté du grand cratère, ira passer au sommet du cône des *Camaldoli*, le seul cône adventif qui, sur le domaine du Vésuve, soit comparable à ceux de l'Etna.

La fissure de la grande lave de 1834 coïncide, à la fois, avec les deux profondes dépressions qui limitent, à l'est et à l'ouest, le massif de la Somma (1).

D'un autre côté, j'ai déjà fait voir (2) comment les émanations gazeuses actuelles des Champs Phlégréens se coordonnent d'une manière frappante, quant à leurs gisements, avec celui du Vésuve, autour duquel ils forment comme une sorte d'auréole. Ainsi, tous les points de ce genre situés à l'ouest du volcan, depuis les Étuves de Néron, au pied du Monte-Nuevo (3), jusqu'à la source de Santa-Lucia, en passant par la Solfatare et le lac d'Agnano, sont sensiblement sur une ligne droite qui joint le Vésuve et le Vultur, et rencontre encore sur sa route la dépression qu'occupe le lago del Dragone. Si l'on réunit ensuite le sommet du Vésuve et la cavité d'où est sortie, en 1538, la lave de l'Arso, on aura une seconde ligne qui touchera à la fois, au sud-ouest, l'Epomeo, point culminant de l'île d'Ischia, et au nord-est le lac d'Amsante qui est aussi un lieu d'émanations (4). Cette ligne épousera la fissure de la grande éruption de 1631, et à Resina elle passera au-dessus d'Herculanum, l'une des villes détruites l'an 79 de notre ère. Une troisième direction réunira, du nord-ouest au sud-est, le cratère de soulèvement de Roccamonfina, le sommet du Vésuve et l'emplacement de Pompéi, la

---

(1) Toutes ces coïncidences se voient très bien sur la petite carte du Vésuve qui accompagne le mémoire publié récemment par la commission napolitaine *sur les éruptions de* 1850 *et de* 1855, et dont les auteurs ont fait hommage à la Société géologique de France.

(2) *Dixième lettre à M. Élie de Beaumont.* (*Comptes rendus*, t. XLIII, p. 750.)

(3) Et même depuis le lac de Fusaro, dans lequel, d'après M. Daubeny, le poisson fut subitement détruit par des émanations qui suivirent la grande éruption du Vésuve, en 1834.

(4) Cette coïncidence avait déjà été signalée par M. Abich.

seconde des villes détruites en 79. Une quatrième ligne, enfin, menée du sommet du Vésuve à la cime du monte San-Angelo, point culminant de la chaîne de Salerne, rencontrera à Castellamare, à la fois, les sources minérales et les ruines de Stabies, la troisième des villes romaines détruites dans cette mémorable éruption.

De toutes ces concordances, qui empruntent évidemment leur raison d'être aux grandes causes physiques, je conclus que le massif du Vésuve est étoilé suivant un certain nombre de fissures diamétrales dont je viens de citer les plus saillantes, et dont les directions sont liées avec tous les accidents volcaniques passés et actuels du sol de la Campanie.

L'Etna présente des faits du même genre et sur une plus grande échelle.

Sans entrer dans de longs détails que ne comporte point cette analyse de mon Mémoire, il me suffira de faire remarquer ce fait (qu'on peut vérifier sur toutes les cartes de l'Etna, et particulièrement sur celle où M. Giuseppe Gemmellaro a représenté le cours de toutes les laves connues de ce volcan), à savoir, que ces éruptions s'y groupent autour de deux axes perpendiculaires l'un sur l'autre, et dont l'un coïncide avec celui de la grande dépression longitudinale qui forme le *val del Bove*. Les accidents du val del Bove lui-même, et en particulier ses nombreux filons, se coordonnent très bien avec ces deux axes et avec deux autres lignes qui font aussi entre elles un angle droit, et dont l'une coïncide, en l'expliquant, avec la crête un peu excentrique du *Bosco della Cirrita* (1).

J'ajouterai qu'une cinquième direction réunit la grande éruption de 1669, la fissure de 1838, d'où se dégage encore aujourd'hui de l'acide carbonique, et que, prolongée au nord, elle passe au milieu des îles Éoliennes et à très peu près au sommet du Vésuve; en d'autres termes, elle coïncide avec le système du Ténare, et est, par conséquent, perpendiculaire à l'axe volcanique de la Méditerranée ou au système des Alpes principales, qui ont été tous deux déjà signalés en Sicile et à l'Etna.

Enfin, je rappellerai que j'ai déjà montré (2) comment toutes les traces d'émanations anciennes ou actuelles de la Sicile : amas de sel gemme et de gypse, dépôts de soufre, dégagements d'acide carbonique ou d'hydrogène carboné, se répartissent sur trois grands

---

(1) Voyez la carte de M. Élie de Beaumont et celle de M. Sartorius de Waltershausen.

(2) *Deuxième lettre à M. Dumas sur les produits d'émanation de la Sicile.* (*Comptes rendus*, t. XLIII, p. 367.)

alignements dont l'entre-croisement a donné à cette île sa forme triangulaire.

En effet, qu'on jette les yeux sur la précieuse carte qu'a laissée Frédéric Hoffmann : les émanations d'hydrogène carboné pur se trouvent à Girgenti, au milieu des marnes crétacées, sur une ligne remarquable qui est un des lieux géométriques du gypse, du soufre, du sel gemme, et qui, prolongée des deux côtés par une coïncidence qui ne peut tenir du hasard, passe à l'est 20 degrés nord par Terrapilata et le sommet de l'Etna, à l'ouest 20 degrés sud par les Macalube de Girgenti et par le point à jamais célèbre de la Méditerranée qui a vu s'élever et disparaître l'île Julia.

L'azote pur se trouve près de Catane, sur une ligne qui, dirigée de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, représente très bien le système des Pyrénées, et joint les diverses buttes basaltiques qui, comme celles de la Motta, de Valcorrente, de Paternò, limitent au sud le domaine de l'Etna, et forment l'un des bords de la grande plaine de Catane. En suivant exactement cette seconde direction, on tombe sur San-Biaggio, Paternò, c'est-à-dire sur des exhalaisons d'abord riches en azote, puis devenant presque exclusivement carboniques.

Une ligne exactement parallèle à cette dernière forme l'autre bord de la plaine de Catane, passe à Palagonia et au lac de Palici, puis, en divergeant des deux côtés, suit vers le sud-est, presque jusqu'à Syracuse, les buttes basaltiques du val di Noto, et au nord-ouest va couper le premier alignement entre Castrogiovanni et Caltascibetta, au nœud stratigraphique de la Sicile, et de là s'étend vers le massif nummulitique du Monte-Madonia, en épousant successivement tous les gîtes de soufre, de gypse et de sel gemme de cette région.

Joint-on le lac de Palici à Paternò, on a une troisième direction tout aussi remarquable que les précédentes. Celle-ci, de Paternò, ira couper le centre du val del Bove, c'est-à-dire le centre de l'ancien Etna; puis après avoir traversé la chaîne la plus ancienne de la Sicile, parallèlement aux côtes orientales entre Catane et Messine, et parallèlement au système des Alpes occidentales, elle joindra les deux seuls îlots granitiques de cette chaîne septentrionale, et entre les deux, par une bonne fortune inespérée, elle rencontrera un petit amas de gypse (1) qui serait comme perdu entre le gneiss et le terrain subapennin, s'il ne trouvait sa raison d'être précisément dans l'inflexibilité de ces directions qui se jalonnent ainsi d'une manière toute géométrique.

---

(1) A *Gesso* ; le gypse a même donné son nom à la localité.

Enfin, l'une des parallèles à ce dernier alignement qui passe par la région centrale de la Sicile, et à l'ouest de laquelle on ne trouve plus aucun accident dans cette direction, va traverser les îles Éoliennes précisément de Vulcano à Stromboli, jalonnant ainsi la faille transversale dont j'ai parlé dans ma neuvième Lettre à M. Élie de Beaumont (1), faille qui réunit à la fois les deux seuls volcans actifs du groupe et toutes les émanations isolées, et sur laquelle, d'après la précieuse observation de M. Biot, les oscillations du pendule sont d'une remarquable régularité.

Les faits nombreux que je viens de citer, et auxquels on pourrait ajouter une foule d'autres, m'autorisent, je pense, à conclure que tous les accidents éruptifs de l'Etna, de la Sicile et des îles Éoliennes, se coordonnent suivant neuf directions, dont six sont perpendiculaires deux à deux, et dont trois coïncident avec des systèmes de soulèvement que M. Élie de Beaumont, partant d'observations d'un autre ordre, a depuis longtemps signalés comme jouant un très grand rôle dans l'orographie de l'Europe et dans celle de l'Afrique septentrionale.

Ainsi je suis conduit, par le développement naturel et synthétique de mon sujet, à reconnaître un lien (qu'on pouvait, d'ailleurs, soupçonner à priori) entre la répartition des émanations volcaniques et les actions mécaniques puissantes, qui ont, à diverses époques, brisé la croûte du globe et qui ont partout laissé des traces ineffaçables.

Le premier, le plus grand pas qui ait été fait dans cette voie, est dû à cette double remarque de M. Léopold de Buch :

1° Les volcans, au lieu de se répartir d'une manière indéterminée sur la surface du globe, constituent le plus souvent des *chaînes* ou *alignements*, qui se coordonnent d'une manière frappante avec les grands accidents géographiques ;

2° Certains volcans particuliers forment le centre d'un grand nombre d'éruptions, qui ont lieu autour d'eux dans tous les sens d'une manière presque régulière. Ce sont les *volcans centraux*.

On le voit, l'illustre géologue dont je rapporte ici les propres expressions (2), non-seulement ne relie pas directement les volcans centraux aux chaînes volcaniques, qu'il considère comme formant *deux classes essentiellement différentes ;* mais il explique (3) comment les premiers se déterminent isolément parce que *les matières qui*

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 686.

(2) *Description des îles Canaries*, p. 324 de la traduction française par M. C. Boulanger.

(3) *Ibid.*, p. 325.

cherchent à se faire jour jusqu'à la surface ne trouvent aucune faille par laquelle elles puissent facilement se frayer un passage. D'où résultent l'indétermination dans la forme de la fracture et la possibilité des éruptions circonvoisines *dans tous les sens.*

Je crois être le premier qui aie proposé de modifier la seconde de ces notions fondamentales en l'énonçant de la manière suivante : Un volcan central occupe toujours, sur un alignement volcanique, un point singulier, déterminé par la rencontre de deux ou de plusieurs alignements. J'ai exprimé cette pensée, dès 1843 (1), à la suite du tremblement de terre de la Guadeloupe, où j'avais constaté des secousses ondulatoires, des mouvements d'oscillation et des mouvements de trépidation. Je l'ai poursuivie depuis et appliquée à la chaîne des Antilles, aux archipels des Canaries et du Cap-Vert (2), et j'ai même fait voir que, sur l'île de Ténériffe, chacune des directions qui viennent se couper au pic de Teyde est liée à l'apparition d'une nature particulière de roches volcaniques.

Cette idée me paraît avoir reçu, depuis lors, une éclatante confirmation lorsque, guidé par un ordre de considérations tout différent, M. Élie de Beaumont a été amené à faire choix, pour l'adaptation à la surface du globe de son réseau pentagonal, d'un triangle tri-rectangle, dans lequel l'Etna occupe un des sommets, de telle sorte que l'un des côtés aille passer à Ténériffe et que l'autre, tombant au N. 10° O., lie successivement le volcan sicilien aux îles Éoliennes, au Vésuve et au Mowna-Roa des îles Sandwich.

Ainsi, répartition géographique des volcans, répartition des effets mécaniques des tremblements de terre, répartition des effets chimiques des émanations, tout, dans la stratigraphie volcanique, semble concorder avec les déductions de la stratigraphie générale. Si je ne me trompe, il y a, dans les études dont je viens de résumer les principaux résultats, tout un avenir de travaux aussi variés dans leurs moyens qu'intéressants pour leur objet, et je serais heureux s'il m'était permis d'espérer que mes faibles efforts pussent contribuer, pour leur part, à féconder un jour cette partie de la science.

---

(1) *Observations sur le tremblement de terre éprouvé à la Guadeloupe le 8 février* 1843, p. 31 et 42.

(2) *Voyage géologique aux Antilles et aux îles de Ténériffe et de Fogo*, t. I, 1re partie, p. 99.

M. Delesse fait la communication suivante :

Sur la pierre ollaire, par M. Delesse.

On donne le nom de *pierre ollaire* à des roches très tendres qui se travaillent avec une grande facilité sur le tour et qui peuvent supporter l'action du feu.

Ces roches sont répandues sur tous les points du globe. Dans l'Inde, en Égypte ainsi qu'en Italie, leur emploi pour la fabrication d'ustensiles de ménage remonte à un temps immémorial.

Pline avait nommé la pierre ollaire *Lapis comensis*, du lac de Côme à l'extrémité duquel on l'exploitait. Les Anglais l'appellent *Pottstone*, les Italiens *Lavezzi*, les Allemands *Lavezstein*, *Schneidestein*, *Giltstein*, *Topfstein*.

L'Exposition universelle ayant réuni une nombreuse collection de pierres ollaires provenant de divers pays, j'ai pensé qu'il y aurait de l'intérêt à les étudier.

Je remarquerai tout d'abord que la pierre ollaire ne forme pas une espèce minérale, comme quelques auteurs paraissent l'admettre; c'est une roche et elle a même une composition minéralogique très variable.

Je rappelle ses propriétés physiques qui restent à peu près les mêmes, quelle que soit sa composition minéralogique. Sa couleur est verte, vert noirâtre, grise, plus rarement blanche. Elle est très douce au toucher et elle se laisse facilement rayer par l'ongle. Elle n'est pas sonore, et elle reçoit l'empreinte du marteau sous lequel elle s'écrase. Elle est réfractaire ou au moins très difficilement fusible. Elle se laisse tailler, couper et scier très aisément ; enfin, comme son nom l'indique, on peut en fabriquer sur le tour des ustensiles de ménage.

J'ai déterminé, avec M. Brivet, la composition de quelques pierres ollaires :

I. — Pierre ollaire verte foncée avec lamelles entre-croisées de chlorite vert noirâtre et quelques grains de fer oxydulé titané de Drontheim (Norwége).

II. — Pierre ollaire verte grisâtre, avec lamelles de chlorite qui lui donnent une structure schistoïde, de Potton (Bas-Canada).

III. — Pierre ollaire verte grisâtre avec grandes lamelles de talc blanc verdâtre argenté, des paillettes microscopiques de chlorite verte foncée, du fer oxydulé, du carbonate à base de magnésie et de fer de Chiavenna (Suisse).

IV. — Pierre ollaire verte grisâtre, à structure fibro-lamelleuse, contenant du fer oxydulé et du carbonate à base de magnésie et de fer, de Kvikne (Norwége).

V. — Pierre ollaire gris d'ardoise, un peu schistoïde, avec lamelles de chlorite vert foncé et talc grisâtre, de Kutnagherry (Inde).

	I.	II.	III.	IV.	V.
Silice	27,53	29,88	36,57	38,53	47,12
Alumine	29,65 (1)	29,53	1,75	3,55	8,07
Sesquioxyde de fer			5,85	8,20	3,82
Magnésie, par différence	29,27	28,32	35,39 (2)	31,45	32,49
Chaux	1,50	0,77	1,44	4,02	»
Eau	12,05	11,50	4,97	4,25	8,50
Acide carbonique	»	»	14,03	10,00	»
Somme	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

On voit que la composition des pierres ollaires est très variable ; cependant toutes sont des hydrosilicates de magnésie.

J'observerai d'abord qu'il est très bizarre de trouver de l'eau dans une roche qui supporte sans se fissurer la chaleur nécessaire à la cuisson des aliments. Wiegleb, qui s'est occupé de son analyse, ne la mentionne pas, et au premier abord il devait, en effet, sembler assez naturel d'admettre qu'il n'y en avait pas. Toutefois lorsqu'on chauffe la pierre ollaire dans un tube fermé, on reçonnaît facilement qu'elle contient toujours de l'eau : l'essai d'un grand nombre de variétés m'a même montré qu'elles en renferment de 5 à 13 p. 100.

Mais si la présence de l'eau dans la pierre ollaire est remarquable, celle des carbonates est plus extraordinaire encore.

Quelquefois on y trouve du carbonate de chaux qui imprègne la roche et qui y forme même, comme à Drontheim, des veinules dans lesquelles il est accompagné par de la chlorite.

Le plus généralement cependant le carbonate est en lamelles microscopiques, intimement disséminées dans la pierre ollaire ; c'est surtout un carbonate à base de magnésie et de fer.

L'existence d'un carbonate dans la pierre ollaire est très bizarre, d'après les usages auxquels on l'emploie ; mais elle n'a rien qui doive surprendre d'après la composition de cette roche : car les carbonates, et notamment le carbonate de magnésie et la dolomie, sont fréquemment associés aux hydrosilicates de magnésie. M. G. Rose a même donné le nom de Listwanite à une roche très développée dans l'Oural, qui est formée de talc, de quartz et de dolomie (3).

(1) Un peu d'oxyde de titane.
(2) Un peu de protoxyde de manganèse.
(3) G. Rose, *Reise nach Ural*, I, 332; II, 32, 37, 98, 137, 157

Parmi les minéraux accessoires disséminés dans la pierre ollaire, je citerai encore le fer oxydulé. J'ai trouvé, par exemple, avec le barreau aimanté, qu'il y en a environ 8 p. 100 dans celle de Chiavenna : il est en grains très fins qui forment de petites veines. Le fer oxydulé peut aussi être titané, comme dans la pierre ollaire de Drontheim.

La pyrite de fer est plus rare dans la pierre ollaire, et de plus elle est accidentelle. Cependant j'en ai observé de petits cubes dans celle de Chiavenna.

Quand on traite la pierre ollaire par l'acide chlorhydrique, elle fait souvent effervescence ; mais quelquefois elle dégage aussi de l'hydrogène sulfuré. C'est ce qu'il est facile de constater pour les pierres ollaires de Chiavenna et surtout de Kvikne. Elles doivent donc contenir un sulfure autre que la pyrite de fer, et l'on y trouve en effet un peu de pyrite magnétique.

Enfin Wiegleb a signalé du fluor dans la pierre ollaire, mais sa présence est accidentelle et tient vraisemblablement à un peu de mica.

— Si nous recherchons maintenant quelle est la composition minéralogique de la pierre ollaire, nous trouverons qu'elle est assez variée, et il est facile de s'en rendre compte en jetant les yeux sur les analyses précédentes qui diffèrent beaucoup entre elles.

Je distinguerai trois variétés de pierre ollaire : I. *chlorite ollaire*, II. *talc* ou *stéatite ollaire*, III. *pierre ollaire* proprement dite.

I. *Chlorite ollaire.* — La chlorite ollaire est presque entièrement formée de *chlorite.*

Elle présente alors une couleur verte ou noirâtre. Quand on l'examine dans la cassure fraîche ou sur une face polie, on y distingue alors une multitude de lamelles de chlorite, qui ont une couleur d'autant plus foncée qu'elles sont plus riches en fer. La longueur de ces lamelles est souvent de plusieurs millimètres, mais elles peuvent aussi être microscopiques.

Tantôt elles sont dirigées dans tous les sens, et la chlorite ollaire est compacte; tantôt elles sont orientées suivant une direction, et alors la roche prend une structure schistoïde. Dans ce dernier cas, elle se laisse facilement débiter en dalles, comme celle des États-Unis et du Canada.

La chlorite ollaire est un peu plus dure que le talc, mais par cela même elle peut se tourner en objets plus minces et plus délicats.

En outre, elle prend assez bien le poli ; ce qui n'a pas lieu pour les autres pierres ollaires, desquelles cette propriété peut déjà servir à la distinguer.

Sa perte au feu est supérieure à 6 et inférieure à 13 p. 100.

Elle s'attaque toujours très fortement, et quelquefois même complétement, par les acides. J'ai constaté, en effet, que la chlorite ollaire de Potton est entièrement décomposée et qu'elle laisse un résidu de silice de 30 p. 100. Celle de Drontheim donne dans les mêmes circonstances un résidu de 37 p. 100. L'attaque sera d'autant plus complète que la pierre ollaire renfermera plus de chlorite ; car cette chlorite est habituellement riche en fer, et par cela même elle se décompose facilement par les acides.

Les analyses I et II font connaître deux chlorites ollaires.

Leur composition est comprise entre celle du ripidolithe et de la chlorite (1). Elle se rapproche beaucoup de celle de la chlorite, et si leur teneur en silice est un peu plus faible, cela tient sans doute à un mélange et notamment à la présence du fer oxydulé.

Je citerai parmi les localités dans lesquelles on observe les pierres ollaires chloritiques : Montescheno, commune d'Ossola; les environs de Pignerolles ; Campei, commune de Camandona, près Bielle; Balma-della-Vessa, commune d'Ala, près de Turin en Piémont; Drontheim en Norwége ; Potton dans le Bas-Canada ; plusieurs points es États-Unis ; Gya et Dajpoor dans l'Inde.

II. *A.* — *Stéatite ollaire.* — La pierre ollaire peut aussi être formée par les deux variétés de talc, le talc proprement dit et la stéatite.

Quand elle est formée par la *stéatite*, ce qui est assez rare, elle présente tous les caractères de ce talc compacte. Sa couleur est blanc grisâtre ou vert clair. Elle est très douce au toucher et plus tendre que la chlorite ollaire. D'un autre côté, elle est plus fragile, en sorte qu'il est nécessaire de donner une épaisseur beaucoup plus grande aux ustensiles de ménage qui en sont fabriqués. Elle contient au plus 6 p. 100 d'eau qui se dégage seulement à une température extrêmement élevée, comme je l'ai montré antérieurement.

Elle ne s'attaque que très incomplétement par l'acide et elle ne contient pas d'alumine. Sa composition est généralement celle de la stéatite pure. Je citerai, comme exemples de stéatite ollaire, celle de Prales en Piémont qui est blanche, celle du Groënland qui est blanc verdâtre, ainsi que celle de Madras dans l'Inde qui est connue sous le nom de *balpum* et qui a une couleur grise.

II. *B.* — *Talc ollaire.* — La pierre ollaire est souvent formée de talc proprement dit.

---

(1) Rammelsberg, *Handwoërterbuch der chemischen Theils der Mineralogie*, p. 155.

Le talc s'y présente avec les caractères qui lui sont habituels. Il est généralement lamelleux, quelquefois fibreux. Sa couleur est grise ou verdâtre, son éclat argenté. Ses lamelles sont plus tendres, plus pâles et habituellement de plus grandes dimensions que celles de la chlorite. Elles sont aussi plus réfractaires. En outre, elles ne se laissent pas complétement décomposer par l'acide. Pour la pierre ollaire de Kvikne, par exemple, j'ai trouvé que le résidu de l'attaque dans l'eau régale était de 50 p. 100.

Le talc ollaire se tourne en ustensiles auxquels on donne habituellement une épaisseur intermédiaire entre celle de la chlorite et de la stéatite ollaire.

Tandis que la stéatite ollaire peut être uniquement formée de stéatite, le talc ollaire contient le plus généralement des minéraux accessoires et spécialement des carbonates, du fer oxydulé et de la chlorite.

Les carbonates qui lui sont associés se distinguent assez difficilement ; mais ils se montrent en lamelles brunes et microscopiques lorsque la roche a été calcinée.

Ils sont surtout à base de magnésie et de fer, car ils ne se décomposent qu'avec la plus grande lenteur par les acides forts, et j'ai même constaté que l'effervescence du talc ollaire de Chiavenna pulvérisé pouvait se prolonger pendant quinze jours. D'un autre côté, ces carbonates résistent moins bien à l'action de la chaleur que le carbonate de chaux. En effet, à la température du rouge sombre à laquelle le carbonate de chaux n'est pas encore décomposé, le talc ollaire de Chiavenna éprouve déjà une perte de 13 p. 100, qui consiste essentiellement en acide carbonique.

On peut s'étonner qu'une roche servant à la fabrication d'ustensiles qui vont sur le feu, éprouve une perte pareille à une température aussi basse.

Il est vraisemblable que, dans ces ustensiles, la décomposition par la chaleur n'a lieu que sur une faible épaisseur et seulement dans la partie qui reçoit directement l'action de la flamme.

D'après ce que je viens de dire sur la résistance aux acides des carbonates mélangés au talc ollaire, on comprend, d'ailleurs, qu'ils ne sont pour ainsi dire pas attaqués par le vinaigre et par les acides faibles.

Si l'on admet que le carbonate mélangé au talc ollaire renferme 44,21 d'acide carbonique, comme le mesitinspath, on trouve que le talc ollaire de Chiavenna contient 31,74 de carbonate et celui de Kvikne 22,62; par conséquent, le talc ollaire peut renfermer plus de 30 p. 100 de carbonates.

Le fer oxydulé ayant été enlevé, aussi bien que possible, avec le

barreau aimanté, la teneur en silice du résidu est à peu près celle des silicates qui composent la roche.

Il est facile de constater qu'elle s'élève à 53, 57 pour le talc ollaire de Chiavenna et à 49, 99 pour celui de Kvikne.

On voit donc que la teneur en silice du silicate est inférieure à celle du talc, mais elle s'en rapproche cependant pour la roche de Chiavenna. La différence doit d'ailleurs être attribuée à ce que la composition du carbonate n'est pas exactement connue et surtout à ce que le talc est mélangé de chlorite.

Cette chlorite est en paillettes vert foncé, qui sont microscopiques et qui pénètrent les lamelles de talc. Elle paraît riche en oxyde de fer, et elle se rapporte au ripidolithe.

Comme le talc ne contient pas ou presque pas d'alumine, la proportion de chlorite que renferme la roche est indiquée par la quantité d'alumine qui s'y trouve.

Il est d'ailleurs facile de la calculer approximativement d'après la teneur en silice du talc, de la chlorite, et d'après celle du silicate qui reste quand on a retranché le carbonate. On trouve ainsi que, pour la pierre ollaire de Kvikne, la proportion de chlorite serait à peu près de 1/7.

On peut remarquer que les pierres ollaires de Chiavenna et de Kvikne contiennent plus de magnésie que le talc pur; cette circonstance tient à ce qu'elles renferment un carbonate qui est surtout à base de magnésie.

La stéatite ollaire et le talc ollaire sont des matériaux réfractaires. Ils s'emploient non-seulement à la fabrication des ustensiles de ménage, mais aussi à différents usages dans les constructions. On s'en sert spécialement pour les fourneaux. C'est ce qui a lieu par exemple à Hospenthal au pied du Saint-Gothardt, à Freiheitsberg près de Zoptau, en Moravie. En Styrie, la stéatite s'emploie même pour la construction des fours à réverbère.

III. *Pierre ollaire.* — On peut réserver spécialement le nom de *pierre ollaire* pour celle qui n'est plus formée presque entièrement par un minéral simple.

Ainsi, par exemple, il arrive fréquemment qu'une pierre ollaire contient à la fois une grande proportion de chlorite et de talc : c'est notamment ce qui a lieu pour la pierre ollaire de Kutnagherry (Inde). On y distingue très bien non-seulement des lamelles de chlorite vert foncé, mais encore du talc grisâtre à éclat argenté.

L'analyse de cette pierre ollaire de Kutnagherry est donnée sous le n° V.

Les quantités d'eau et d'alumine qu'elle renferme, montrent bien que la chlorite y est abondante.

Si on la considère comme formée seulement de chlorite et de talc, on trouve, d'après la teneur en silice habituelle à ces deux minéraux, qu'elle doit en contenir des proportions à peu près égales.

Lorsqu'une pierre ollaire est à la fois chloritique et talqueuse, comme celle de Kutnagherry, on comprend d'ailleurs que toutes ses propriétés sont nécessairement celles qui résultent d'un mélange de chlorite et de talc.

Il convient encore de considérer, comme pierre ollaire composée, la pierre de Baram des anciens Égyptiens. Elle servait à faire des vases et des assiettes, et d'après la collection que possède le musée Égyptien du Louvre, cette roche paraît être une serpentine chargée de chlorite.

Lorsque la serpentine n'est pas associée à de la chlorite ou à du talc, elle a une fragilité qui ne permet guère de l'employer comme pierre ollaire. Mais il n'en est pas de même lorsqu'elle est accompagnée par ces minéraux : aussi de la serpentine s'observe-t-elle dans certaines pierres ollaires contenant de la chlorite ou du talc.

Gisement. — Relativement au gisement de la pierre ollaire, j'observerai qu'elle se trouve en couches ou en amas dans les schistes cristallins et dans les roches métamorphiques. Elle constitue quelquefois les skölars de la Scandinavie; elle présente alors des espèces de filons d'une épaisseur variable qui traversent des roches très différentes par leur nature et par leur âge (1).

Résumé. — On sait que tous les hydrosilicates de magnésie ont la plupart de leurs propriétés communes; ils sont tendres, doux au toucher, plus ou moins réfractaires, et ils se laissent même travailler sur le tour; c'est ce qui a lieu notamment pour la chlorite, le talc, la serpentine, la pyrosclérite, l'écume de mer. Or on comprend donc que toutes roches dans lesquelles entreront ces hydrosilicates de magnésie, doivent nécessairement jouir de propriétés plus ou moins voisines de celles qui ont été assignées à la pierre ollaire.

Mais quoi qu'il en soit, si l'on considère la pierre ollaire proprement dite, celle qui sert à la fabrication des ustensiles de ménage et peut supporter l'action du feu, on voit par ce qui précède qu'elle est le plus généralement formée de chlorite, de talc ou de mélanges en proportions variables de ces deux minéraux.

---

(1) Durocher, *Annales des mines*, 4e série, t. XV, p. 416 : *Gîtes métallifères de la Suède, de la Norwége et de la Finlande.*

M. Collomb donne lecture, au nom de l'auteur, de la note suivante :

Observations dans les Alpes centrales de la Suisse, par M. B. Studer.

Une course aux environs de la Grimsel et du Saint-Gothard, dans le courant de l'été passé, m'a enrichi de plusieurs faits nouveaux ou mieux observés qui, se rattachant à ceux que la Société a bien voulu accueillir dans le *Bulletin* du 17 décembre 1855, ne sont peut-être pas indignes de lui être présentés.

En discutant, il y a à peu près deux ans, avec feu M. Sharpe ses idées sur la schistosité des Alpes centrales, nous tombâmes d'accord que, si l'on admettait avec lui une stratification primitive peu inclinée dans nos schistes métamorphiques, stratification qui depuis eût été effacée et remplacée par la schistosité verticale, l'on devait s'attendre à trouver une différence notable entre la roche des hautes crêtes et sommités et celle du fond des vallées transversales, dans une même coupe verticale. En effet, aux environs de Guttannen, j'avais été frappé du fait que les gisements de la pierre ollaire, de la byssolithe, de l'épidote et des schistes verts qui les renferment, se trouvent tous à des hauteurs d'au moins 300 à 1 000 mètres au-dessus de l'Aar, tandis qu'au pied des pentes, sur l'une et l'autre rive de l'Aar, j'avais vu affleurer de la protogine. Mon dernier voyage cependant m'a appris à en juger autrement. Sur deux coupes différentes j'ai suivi les schistes verticaux des hauteurs jusqu'au bas, et je me suis convaincu de l'identité de la roche dans le haut et dans le bas de la même coupe. Les effleurements de la protogine doivent donc être envisagés comme des masses intercalées, comme des filons granitiques peut-être qui s'élèvent verticalement dans les schistes. L'on voit, de toute évidence, de pareils filons sur la crête qui sépare la vallée de l'Aar du glacier de Fristen, en passant de Guttannen par le col de Furtwang.

Au delà de Guttannen, en montant par la Handeck à la Grimsel, on se trouve dans la protogine qui forme la masse centrale des Alpes Bernoises. Lorsque, après avoir suivi le cours de l'Aar jusque près de l'hospice, on le quitte pour se diriger vers cet hôtel, on voit sur sa gauche l'entrée d'un creux dans la protogine, dans lequel anciennement on a trouvé du *spath fluor rose octaédrique*, associé au cristal de roche qui tapissait les parois de la caverne. Les dimensions de ce creux atteignent plusieurs mètres ; le fond en est formé par une terre noire qui renferme des débris de quartz, de feldspath, de pyrites, et qui peut-être résulte de la destruction de la chlorite terreuse qui rem-

plit ordinairement ces creux de la protogine. Il est à remarquer que ce spath fluor rose est restreint aux masses centrales extérieures et aux druses de la protogine : il se trouve au Mont-Blanc et dans le massif des Alpes Bernoises ou du Finsteraarhorn (vallée de Baltschieder, Grimsel, Fristen, Goschenen, Pellenen); on ne le connaît pas, ni en Valais, au midi du Rhône, ni au Saint-Gothard, au midi d'Urseren, ni dans les Grisons, au midi du Rhin. Au Mont-Blanc et dans les Alpes Bernoises il est même très rare, les localités indiquées étant, sur une étendue de près de 40 lieues, les seules qui en aient fourni quelques échantillons aux collections. Les seules substances qu'on lui ait trouvées associées sont, outre les éléments du granite, le cristal de roche hyalin ou enfumé et presque noir, la chlorite terreuse et, quoique très rarement, le spath calcaire ; il n'a jamais été vu avec du fer spéculaire, ni avec l'une des trois formes de l'acide titanique. Ces faits ne paraissent pas favorables à l'ingénieuse hypothèse qui cherche à expliquer la présence de ces dernières substances par la décomposition de leurs fluorures ; mais encore moins peut-on les concilier avec la théorie qui fait dépendre l'origine de ce spath fluor d'une décomposition aqueuse du granite, ce dernier étant en général très pauvre en mica, seul élément qui renferme du fluor, et ne laissant voir dans la proximité des druses de spath fluor aucune trace d'une décomposition plus avancée, le spath fluor de son côté se trouvant engagé dans le cristal de roche de manière qu'il devient impossible de lui assigner un âge plus récent.

En quittant la Grimsel, je me rendis au Saint-Gothard. L'*apatite* paraît jouer dans ce massif le même rôle que le spath fluor dans ceux du Mont-Blanc et des Alpes Bernoises ; elle est inconnue dans ces derniers, comme le spath fluor l'est au Saint-Gothard. Cependant sa présence n'est pas bornée à la protogine; on la trouve aussi dans les schistes métamorphiques, et, dans la protogine, elle ne dépend pas de druses, mais de l'apparition de filons feldspathiques. En se rendant de l'hospice aux escarpements de la Fibia qui bordent à l'occident le Val Fremola, on y voit la protogine traversée par des filons blancs, épais de plusieurs mètres et à peu près horizontaux, qu'à première vue on pourrait croire être de marbre statuaire, mais qu'on reconnaît bientôt pour du feldspath grenu, tantôt pur ou mélangé de quartz de même couleur, tantôt renfermant de petites paillettes de mica argentin et passant au gneiss. L'apatite, parfaitement limpide et brillante comme le diamant, recouvre les parois des fentes de la roche, ou se trouve entre les grains du feldspath. Elle est accompagnée de mica brun hexagonal, d'un peu de chlorite terreuse, et des parties de la roche qui paraissent en décomposition sont tapissées et traversées par de

petites aiguilles de *stilbite* que l'on dirait s'être formées aux dépens du feldspath. Dans un ravin plus méridional, que notre guide jugea trop dangereux pour nous, habitants des villes, on trouve avec l'apatite de très belles roses de *fer spéculaire*.

En suivant le pied méridional du Saint-Gotthard, depuis la Nufenen par Airolo en val Canaria, on y voit affleurer, presque sans interruption, des dolomies blanches saccharoïdes, des cargneules et du gypse, en position verticale aux environs de la Nufenen s'inclinant au nord, sous le massif du Saint-Gotthard, à l'est d'Airolo. Ces dolomies font partie d'un système très puissant de schistes métamorphiques, passant tantôt, et particulièrement lorsqu'ils sont en contact ou en alternance avec la dolomie et le gypse, à des schistes micacés très cristallins, remplis de grenats, tantôt à des roches amphiboliques, tantôt à des schistes noirs effervescents qui renferment des Bélemnites,

Ce système schisteux s'élève d'Airolo jusqu'à la hauteur de l'hospice et s'étend de là vers l'est, en formant les hautes vallées alpestres qui, d'après les chalets que l'on y trouve, portent les noms de Sorescia et de Sella. La roche est un micaschiste ordinaire entrelacé d'amphibolite, de chlorite terreuse, de quartz et de druses feldspathiques. L'inclinaison des schistes est toujours au nord, sous des angles de 60° à 80°. C'est principalement dans les druses de cette roche variée que l'on trouve les minéraux rares du Saint-Gotthard : en Sorescia, de la *tourmaline noire*, du *fer spéculaire* en tables isolées ou réunies en rosaces, du *rutile*, en gros cristaux implantés dans le micaschiste, en prismes couchés sur le fer spéculaire ou aciculaire réticulé, du *sphène*, en petits cristaux gris ou jaunes ; en Sella, du *fer spéculaire* avec *rutile* et de très beaux cristaux d'*apatite* laiteuse. Ces substances sont très connues, et je ne m'arrêterai pas à leur description ; je n'en parle que par rapport à leur position géologique, laquelle jusqu'ici était assez mal connue. Ce gisement, au milieu de ces schistes éminemment cristallins, leur assigne une origine pyrogène, et n'appuie guère les inductions par lesquelles on a dernièrement prétendu qu'elles résultaient de la décomposition aqueuse d'autres substances.

Dans le fond N.-E. de Sella on retrouve la protogine qui, depuis la Fibia et la Prosa entre lesquelles passe la grande route, forme les hautes sommités et le partage entre les affluents de la Reuss et du Tessin. En s'élevant dans ce fond N.-E. de Sella à peu près 400 mètres au-dessus des bas-fonds de la vallée, on trouve un des gisements les plus remarquables des minéraux de cette montagne. Une masse de 15 à 20 mètres de puissance coupe la protogine , ou plutôt le gneiss qui n'en est qu'une modification, en plusieurs replis, montant d'une gorge

latérale du Val Canaria dans les joints les plus élevés de la protogine. Sa roche dominante est un mélange grenu d'amphibole noire et de feldspath blanc, et l'on serait disposé à y voir un filon de syénite, si l'on ne voyait passer la roche, tantôt à un véritable gneiss, tantôt à une roche grenue de péricline blanche, fort semblable à celle des filons de la Sibia. En considérant la schistosité d'une partie de la roche, et en se rappelant que l'amphibole est un des éléments les plus fréquents des schistes métamorphiques, dont cette masse se détache pour s'engrener dans la protogine, on trouvera peut-être plus naturel d'y voir une grande esquille des schistes contigus, prise par la protogine, que de la regarder comme un véritable filon plutonique. De nombreuses druses, remplies ordinairement de chlorite terreuse, sont tapissées de cristaux de *pericline*, *d'adulaire*, de *cristal de roche*, de *sphène* et de *stilbite ;* mais, ce à quoi on s'attendait peut-être moins, c'était d'y trouver, enveloppées par la chlorite, de grosses masses de *spath calcaire* translucide, dont les individus, engagés les uns dans les autres, ont des dimensions de plusieurs pouces. Ce spath se trouve dans un état de désagrégation, et, quoique le clivage ordinaire soit très apparent, ce n'est pas selon lui qu'il a éclaté, mais parallèlement à la base du rhomboèdre, ou à la face O de Hauz. Il en résulte que de gros cristaux rhomboèdriques se divisent en plaques de quelques millimètres au plus d'épaisseur, entre lesquelles la chlorite terreuse s'est introduite; qu'assez souvent aussi l'on trouve des plaques isolées dont les grandes faces O sont chargées de petits cristaux de péricline ou de stilbite. Les cristaux d'adulaire imitative, H, figure 98, Dufr., sont de même engagés dans le spath calcaire de manière que l'on ne saurait douter de leur origine postérieure. Le spath calcaire paraît donc être ici la substance la plus ancienne (1). Il importe de faire remarquer que le clivage par la base semble être une propriété particulière du spath calcaire associé aux roches feldspathiques. C'est ainsi que nous trouvons le spath calcaire nacré, ou schieferspath, en contact avec le porphyre à l'Ensola, sur la rive de l'île d'Elbe, avec le gneiss en Saxe, avec le granite à Glen-Filt, etc.

Des hauteurs du Saint-Gotthard je redescendis à la zone schis-

(1) M. Volger a le mérite d'avoir été le premier à appeler l'attention sur ces faits remarquables, pour l'explication desquels il a fait usage de toutes les ressources de la chimie et de la minéralogie modernes. Les échantillons de la collection de M. Wiser, à Zurich, sur lesquels il a opéré, paraissent cependant avoir été pris dans une autre localité de Sella ; il considère comme substance primitive l'ankerite, que je ne trouve pas dans les morceaux que j'ai rapportés, et croit que le spath calcaire clivé par la base est un produit secondaire.

teuse qui, avec une inclinaison méridionale très forte ou verticale, borde la protogine au nord. A l'issue de l'Unteralp, près d'Urseren-Andermatt, ce schiste est un schiste vert qui passe à une roche serpentineuse très tenace. Entre Andermatt et Hospital on exploite, environ 500 mètres au-dessus de la vallée, de la pierre ollaire. De l'autre côté du passage de l'Oberlap, en Favetsch, la roche change de caractère. Le schiste vert est peu développé ; on le voit aux environs de Selva; et, sur la rive droite du Rhin, de nombreux blocs de serpentine prouvent que cette compagne ordinaire du schiste vert n'y manque pas. Mais la roche qui domine est un micaschiste; c'est lui qui compose, en stratification verticale, la montagne de Gaveradi, au débouché du Val Cornera, connue dès le siècle passé par le gisement de l'*anatase* bleu-foncé, du *rutile* et du *fer spéculaire*, isolé ou en rosaces. Ces minéraux se trouvent dans la gorge étroite par laquelle le torrent de Val-Cornera débouche dans le Rhin. Très rarement on y rencontre aussi la *brookite*. En s'avançant vers l'est, on voit que la roche, quoique l'on reste toujours dans la direction de la schistosité, change encore. Dans la vallée de Medels, qui conduit au col du Lucmanier, un schiste gris ordinaire, dans lequel on serait tenté de chercher des Bélemnites, se montre très développé, et, au-dessus de Platta, il est suivi d'une large zone de schiste vert, qui le sépare du gneiss des hauteurs méridionales.

Sur la gauche du Rhin, en Favetsch, en avant du revers méridional de la haute chaîne de protogine de la Grimsal, du Galenstock et du Crispalt, on retrouve la zone schisteuse qui, près de Viesch en Valais, renferme du *spath fluor* octaédrique vert, accompagné de *stilbite*, de *heulandite*, de *caumonite*, de *chabasie* et de *sphène*, qui de là, en remontant le Rhône à sa source, passe à la Surca, où elle reprend le faciès d'un schiste et d'un calcaire gris contenant des Bélemnites, et redevient encore cristalline et feldspathique en traversant l'Oberalp, dont elle constitue la paroi septentrionale, pour entrer en Favetsch. Là, derrière Sedrun, chef-lieu de Favetsch, la roche, divisée en grandes dalles verticales, est composée d'amphibole, d'épidote compacte jaune, de quartz et de feldspath, ayant l'aspect d'une syénite. C'est une roche très tenace, mais aussi très fendillée, de manière qu'elle se désagrège facilement en gros fragments polyédriques. Elle renferme de l'*épidote* cristallisée et des druses, qui rappellent celles de la Sella, composées de *spath calcaire* et d'*adulaire*, recouverts de chlorite terreuse. Assez souvent on y trouve de très beaux cristaux de *sphène* vert et rouge-brun sur les bords, de *stilbite* et, plus rarement, d'*anatase* jaune maclée.

Entre le passage du Trou-d'Uri et le Todi, la haute chaîne de proto-

gine peut être traversée en trois endroits. Le plus occidental de ces trois passages quitte la route de l'Oberalp près des chalets, et monte par une pente roide de pâturages jusqu'à la crête de protogine, par laquelle un col couvert de neige conduit au fond de la vallée de Pellenen. Cette vallée rejoint la vallée de la Reuss, un peu au-dessous d'Amsteg. En montant depuis l'Oberalp, je ne vis le sol à découvert qu'en un seul point : c'était de la dolomie caverneuse ou cargneule, probablement subordonnée aux gneiss et micaschistes de ces hauteurs, qui perçait au jour, comme pour attester la nature primitive de ces roches. Sur la crête je fus frappé de voir tous les blocs de la protogine renfermer des fragments anguleux de micaschiste ; c'était à peu près sur la limite des deux roches ; plus loin, lorsqu'en descendant par Sellenen, on se trouve pendant des heures entouré par les éboulements granitiques de cette vallée sauvage, ce granite bréchiforme ne se rencontre plus.

Le second et le plus fréquenté de nos trois passages jouit d'un sentier ; ce luxe manque aux deux autres. On entre derrière Sedrun dans la vallée latérale de Strim, en coupant les roches amphiboliques déjà indiquées, et l'on retrouve la protogine, surabondante en feldspath blanc, presqu'à l'exclusion du mica, en montant au col, désigné par une croix qui donne le nom au passage. Ce granite continue sur le versant opposé, à peu près jusqu'à la descente dans la vallée d'Ezli qui se réunit à la grande vallée de Maderan.

Enfin, le troisième passage quitte la vallée du Rhin à Disentis, traverse le glacier de Brunni et descend aux chalets de Ruppleten, au fond de la vallée de Maderan. La protogine ne se montre plus dans cette coupe. De Disentis jusqu'à Ruppleten, on ne voit que des schistes plus ou moins cristallins, inclinés au midi sous des angles de 50 à 60 degrés. Les plus cristallins de ces schistes se trouvent sur le versant méridional et sur la crête. Ce sont des gneiss très chargés de mica gris, imparfaitement développé, de peu d'éclat et ayant presque l'aspect de feuillets d'ardoise. Ce mica est entrelacé de parties feldspathiques blanches compactes, mais il enveloppe aussi des noyaux de feldspath à structure cristalline de 2 à 3 centimètres, que l'on appellerait des cristaux, si leur pourtour présentait des lignes droites.

La vallée de Maderan est isoclinale. Elle est coupée dans la zone schisteuse qui constitue le versant septentrional des alpes Bernoises ou de la Grimsel, la continuation du Bristenstock qui renferme des nids d'anthracite, et des schistes de Guttannen comme à Guttannen ; je n'ai pu voir en Maderan aucune différence essentielle entre les schistes sur la crête du glacier de Brunni et ceux près d'Amsteg, quoique

la différence en hauteur ne puisse être au-dessous de 2000 mètres.

Le versant gauche ou méridional de Maderan, coupé par de nombreux ravins très escarpés, est renommé par sa richesse en minéraux rares. Ce sont d'abord les mêmes que ceux que l'on trouve à Guttannen : de l'*épidote* enveloppée par la *byssolite*, et les diverses variétés de l'*asbeste* connue sous le nom de *cuir* et *liège fossiles*. Le fer spéculaire, la rutile et l'anatase paraissent manquer, mais on trouve la *brookite* et le *sphène*. Ces deux substances, comme l'anatase en Favetsch, ne tiennent à la roche que légèrement par quelques points ; on les croirait volontiers déposées par une vapeur passagère. Les minéraux les plus intéressants pour nous sont le *spath calcaire*, l'*adulaire*, l'*albite*, et le *cristal de roche*. De même qu'en Sella ou au Saint-Gotthard, le spath calcaire est évidemment la plus ancienne de ces substances; il se trouve à l'ordinaire en plaques peu épaisses, qui s'engrènent dans les cristaux d'adulaire et de quartz, et paraissent assez souvent comme corrodées par un acide. La grande face de ces tables est toujours la base O du rhomboèdre. L'albite apparaît en petits cristaux très nets qui recouvrent les grandes faces du spath calcaire comme la péricline en Sella ; mais généralement c'est encore la chlorite terreuse qui revêt le spath calcaire, l'adulaire et le cristal de roche, et remplit l'intérieur des druses tapissées par ces minéraux. L'analogie avec les druses de Sella est si parfaite qu'il ne serait guère possible de distinguer les échantillons des deux localités, qui se trouvent, l'une dans la zone la plus méridionale, l'autre dans la plus septentrionale de nos schistes métamorphiques. Le schiste encaissant ces druses en Maderan est cependant moins cristallin que celui du Saint-Gotthard, moins aussi que celui de Favetsch : c'est un schiste gris foncé ou gris-verdâtre, argilo-micacé, se rapprochant des schistes gris du Valais et des Grisons, mais faisant passage aussi au schiste vert talqueux qui souvent accompagne la serpentine, que d'ailleurs nous connaissons dans cette même zone au glacier de Friften.

En récapitulant les faits exposés, le retour des mêmes minéraux dans quatre zones de schistes métamorphiques, séparées par les crêtes culminantes de protogine, l'état bréchiforme de la protogine à la jonction des deux roches, les filons de feldspath qui la traversent, il est difficile de se défendre de la croyance que l'apparition de la protogine et celle de ces minéraux se trouvent dans une connexion plus que fortuite, et si, pour expliquer l'origine de la protogine, on ne veut pas rétrograder aux idées de Werner, on sera disposé, pour résoudre les problèmes chimiques que nous posent les minéraux du Saint-Gotthard et de Maderan, à consulter plutôt les théories plutoniennes qu'à chercher une solution dans l'action lente des eaux,

comme on a essayé de le faire, avec profusion de science et de sagacité, dans ces dernières années.

Le secrétaire donne lecture d'un mémoire, adressé par M. Puggaard à M. Élie de Beaumont et relatif à la constitution géologique de la péninsule de Sorrente.

Description géologique de la péninsule de Sorrento, par C. Puggaard, docteur en philosophie.

INTRODUCTION.

La péninsule de Sorrento, saillante entre les golfes de Naples et de Salerne, se distingue au loin par un groupe de montagnes isolées, qui par la hauteur de leurs sommets, par l'âpreté de leurs pentes et par la profondeur de leurs ravins aussi bien que par la fertilité dont sont douées les localités peu nombreuses et peu étendues, qui s'adonnent à la culture, font les délices de tous les voyageurs qui aiment le sublime et le pittoresque. La direction générale de ces montagnes, ce qu'on peut appeler leur axe de plus grande hauteur, est de O.S.O. à E.N.E., direction peu commune dans les reliefs de l'Italie; mais des deux côtés de cet axe s'avancent de nombreuses ramifications, qui, plus en accord avec la chaîne principale des Apennins, affectent, en général, les directions N.-N.-O ou O.-N.-O (1).

La cime la plus élevée est le *Monte San-Angelo*, à 4,371 pieds de Paris au-dessus de la mer (2); de ce point central, l'axe de la chaîne s'étend avec de grandes courbures vers l'E.-N.-E. jusqu'à la vallée transversale, qui réunit, entre la Cava et Vistri, la plaine de la Campanie avec le golfe de Salerne, et isole ainsi complétement la chaîne

---

(1) La direction des couches est le plus souvent N. 70° E. ou N. 60° E.; la première direction est indiquée par M. Élie de Beaumont comme celle de la chaîne du Monte San-Angelo, chaîne qu'il rapporte au système des Alpes principales, et qui, dans son opinion, se serait élevée immédiatement après l'époque des dépôts subapennins (*Mém. pour servir à la descript. géol. de la France*, t. IV, p. 253). Par un incident remarquable, le volcan du Monte Vultur est situé exactement au N. 70° E. de la cime du Monte San-Angelo, de même que celle du Vésuve est placée au N. 20° O. du même point.

(2) Les hauteurs sont indiquées d'après M. Hoffmann (*Geognostische Beobachtungen in Italien*, Berlin, 1839). La carte, pl. I, est construite d'après celle de l'état-major napolitain et celles de Breislak et de Fenere.

Procédé Chromo-Lith. d'Avril 1er, rue des Bernardins, 18, Paris. C. PUGGAARD del. Lith. Hangard-Mangé, rue Honoré-Chevalier, 5.

BRITISH MUSEUM
GEOLOGY
NATURAL HISTORY

du Monte San-Angelo de la grande chaîne des Apennins; vers l'O.-S.-O. l'axe longitudinal va presque en ligne droite jusqu'à la Punta della Campanella, où la chaîne disparaît sous la mer pour reparaître de nouveau dans l'île de Capri. A partir du Monte San-Angelo vers l'ouest et vers l'est, la péninsule se divise naturellement en deux parties, qui se distinguent par plusieurs différences orographiques et géologiques. Ainsi, dans la partie occidentale, l'axe se trouve tellement rapproché de la côte méridionale, que de ce côté des rochers inaccessibles s'élèvent presque verticalement à la hauteur de 1,500 à 3,000 pieds au-dessus du golfe de Salerne, pendant qu'au nord de l'axe les montagnes s'abaissent plus doucement, en détachant vers le golfe de Naples de nombreux embranchements; dans la partie orientale, au contraire, l'axe des montagnes est plus éloigné du golfe de Salerne que de la plaine de la Campanie et il est flanqué des deux côtés de vallées et de terrasses, dont les pentes sont au moins également escarpées vers le nord et vers le sud. De même, la fertilité et la culture sont limitées ordinairement au versant septentrional de la chaîne dans la première partie, et au versant méridional dans la partie orientale (1).

---

(1) Quoiqu'il soit hors de mon sujet d'entrer ici dans des réflexions orographiques, je hasarderai de faire une remarque à propos de cette sorte de symétrie qu'il y a entre les deux versants de l'axe de la péninsule sorrentine. Plusieurs géographes ont remarqué les analogies que présentent les formes des divers continents, la correspondance qu'il y a entre les angles saillants et les angles rentrants des côtes opposées de la mer. L'observation que je vais faire est du même genre. Si l'on se figure deux fentes de l'écorce du globe qui s'entrecroisent en c, et qu'il survienne un soulèvement dont la plus grande intensité serait dirigée vers le point e; que l'on suppose ensuite que, par quelque caprice des actions plutoniennes, les segments A et A′ soient élevés à une hauteur qui culmine au point c, pendant que les segments B et B′ sont affaissés ou restent en place, on aura alors une idée générale et approximative de la construction fondamentale du groupe du Monte San-Angelo, la cime de cette montagne étant en c. Or, si l'on peut admettre une telle origine de la configuration principale d'un groupe de montagnes, je pense que l'on pourrait démontrer, par des principes purement mécaniques, que les sections de terrain a, a', a'', et les sections α, α', α'', étant disposées à distances égales de c, et mises en vibration par les secousses qui sortiraient de ce centre de mouvement, doivent présenter entre elles une certaine symétrie, modifiée toutefois et souvent effacée par des accidents postérieurs. De cette manière, je crois que l'on pourrait expliquer, sans avoir recours à une pure fortuité, la symétrie imparfaite, sans doute, qu'il y a dans la péninsule sorrentine, entre la vallée de Vico et celle

Quant aux différences géologiques que présentent les deux parties de la Péninsule, il suffit de la seule inspection de la carte pour les reconnaître. On voit que les calcaires crétacés constituent la plus grande partie des montagnes. Dans la partie occidentale seulement, ces montagnes sont couvertes de macigno, couverture peu épaisse qui laisse entrevoir le calcaire dans tous les ravins et sur toutes les lignes de dislocation. Dans les plaines et les vallées enchassées entre les mêmes montagnes calcaires, il s'est déposé certains tufs volcaniques, qui sont beaucoup moins développés entre les montagnes orientales de ce groupe. En revanche, cette dernière partie de la péninsule se distingue par la grande étendue des brèches calcaires et des modifications ignées, qui, bien qu'elles soient communes à toute la péninsule, sont développées sur une échelle beaucoup plus grande dans les environs d'Amalfi que dans ceux de Sorrento.

I. *Terrain crétacé.*

Des calcaires et des dolomies forment la partie fondamentale des montagnes, et ce n'est que sur des espaces bien limités que les roches plus modernes parviennent à dérober à l'œil la base calcaire qui les supporte. La surface est toujours d'une couleur gris clair peu variée; mais, sous cette uniformité apparente, il se cache de nombreuses variétés de roches calcaires et dolomitiques, qui diffèrent par leur structure, leur texture et par leur couleur; malheureusement ces caractères sont trop variables pour pouvoir servir à distinguer les dépôts, privés en général de débris organiques. L'absence des fossiles ainsi que la ressemblance et la concordance des couches, disposées sur des épaisseurs de plus de 4000 pieds, sont des obstacles à la détermination des terrains communs à toute la chaîne des Apennins; la difficulté est encore augmentée par les dislocations fréquentes, accompagnées en beaucoup de lieux par la destruction de la stratification et la dolomisation des calcaires.

Le calcaire non modifié est ordinairement d'une couleur grise très claire, d'une textuxe compacte et homogène, à cassure conchoïde, stratifié régulièrement en assises peu épaisses; souvent la couleur devient plus foncée, et dans quelques localités on trouve des variétés presque noires, qui émettent à la cassure une odeur fétide (Vico).

---

d'Agerola (a, α), entre le bassin de Sorrento et celui de Tramonti (a', α'), entre le plateau de Massa et celui de la Trinità (a'', α''), enfin entre les promontoires de capo d'Orlando, punta di Scutolo et capo di Sorrento d'un côté, et ceux de capo Sottile, punta di Conca et capo d'Orso, de l'autre côté

Entre Atrani et Minuri, le calcaire noir contient des couches de pétro-silex. Entre les couches supérieures, il y a quelquefois des calcaires bréchiformes à ciment jaune; du reste, ces couches, appartenant probablement au macigno, ne diffèrent point extérieurement des autres calcaires compactes.

Les actions plutoniennes ont largement modifié ces caractères primitifs des calcaires. Parfois la roche stratifiée perd la stratification, devient *massive*, à cassure esquilleuse, sans changer d'ailleurs sa texture compacte, ni sa couleur. Dans d'autres cas, la texture de la roche devient grenue, semi-cristalline ou même saccharoïde, sans que la stratification soit effacée, quoique le plus souvent les variétés cristallines soient massives. Ces passages entre les roches stratifiées et massives, entre les variétés compactes et cristallines, se font assez brusquement, et on les voit à chaque pas, surtout dans la partie orientale des montagnes ; tantôt les roches modifiées sont séparées des calcaires non altérés par des fentes ou des failles, tantôt elles sont liées à ceux-ci par des passages insensibles.

Souvent le calcaire est extrêmement *fendillé*, et cet accident est tantôt irrégulier, tantôt régulier. Le fendillement irrégulier s'observe surtout dans le voisinage des dolomies ou dans ces roches mêmes ; un réseau de fentes s'étend dans toutes les directions, et quelquefois le fendillement est porté à un tel point, que la roche s'écroule en petits fragments anguleux, et qu'elle se change en gravier grossier (gorge de Positano, Minuri). En d'autres lieux les fentes sont plus régulières et prennent une direction parallèle, ce qui produit des clivages perpendiculaires aux joints de stratification. Ainsi, sur le Monte Grande, j'ai observé un fendillement dirigé O.-E.; le Monte Scutolo est traversé de clivages verticaux, striés horizontalement et dirigés N.—S. et N.-O.—S.-E. Du côté méridional du Monte San-Angelo, et dans la vallée de Ferriera, le calcaire est divisé, par le fendillement, en morceaux plats allongés, semblables au schiste modifié appelé *coltellino* en Toscane.

Dans certains calcaires, près des points de dolomisation, j'ai observé une structure celluleuse, sans doute causée par l'échappement ou par le passage de gaz : tantôt les trous, dont la roche est criblée, sont petits et rapprochés comme dans une éponge ; tantôt ils sont plus éloignés entre eux, et assez larges pour qu'on puisse y introduire le doigt. Souvent cette perforation est limitée à de simples couches disposées au milieu de couches non altérées. J'ai trouvé de tels calcaires celluleux à Pantano, dans la vallée de Vico, sur le Monte Ammarata, entre Furon et Prajano, et sur le versant méridional du San-Angelo. Dans la dernière localité, les couches sont criblées de

tubulures rondes qui communiquent par des crevasses allongées ; les surfaces des perforations sont corrodées comme par l'effet de quelque acide ; la roche intermédiaire est compacte, de couleur gris foncé, non modifiée.

J'ai parlé de l'odeur fétide des calcaires noirs, laquelle provient sans doute des matières bitumineuses organiques qu'ils renferment. D'autre part, il paraît que cette odeur est quelquefois l'effet d'une action ignée ; au moins les calcaires, même ceux de couleur claire, deviennent fétides aux points de bouleversement. Sur le Monte Commune, et vers le sommet du Monte San-Angelo, l'odeur fétide se communique aux couches supérieures de calcaire et de grès, en même temps qu'elles prennent une couleur particulière gris-brun, et deviennent semi-cristallines. Dans ce cas, j'incline à attribuer la *coloration* des couches supérieures à ce qu'elles ont été pénétrées de vapeurs bitumineuses, chassées des calcaires sous-jacents par un acte de distillation. Cette même action ignée aurait donc *décoloré* une autre partie des calcaires ; aussi, les calcaires massifs sont ordinairement plus blancs que ne l'est la roche non modifiée, et, quant aux dolomies proprement dites, elles sont plus souvent blanches que noires. En certains points, le calcaire *blanchit* entièrement ; la roche perd son éclat, devient esquilleuse, très fendillée, et passe même à un état terreux ou crayeux, comme si elle était calcinée. J'ai observé ce fait sur une ligne de fractures dirigées N.- S., entre Anaro et Massa Equana, au sommet de l'Ammarata, et près de Santo-Lazzaro. Dans la dernière localité, au bord du ravin de Furon, le calcaire calciné est singulièrement accidenté ; dans le voisinage, le calcaire compacte est très fendillé et divisé en fragments anguleux qui, en restant dans leurs places, constituent une espèce de brèche ; au haut du sentier qui, de la villa Avitavole, conduit au moulin de Votara, la stratification disparaît, et la roche devient graveleuse, blanche et terreuse. Au milieu de ce calcaire modifié saillissent de petites protubérances plus dures, formées du calcaire brécheux sus-mentionné, ou bien de *concrétions cylindriques* de calcaire gris, dur, semi-cristallin. Ces concrétions sont des tuyaux irréguliers, du diamètre d'un pied environ, placés verticalement dans le calcaire crayeux, qui remplit aussi leur intérieur ; la concrétion, dure, cylindrique, n'a que 1 à 2 pouces d'épaisseur, et passe extérieurement et intérieurement à la terre blanche environnante. Il paraît que ces tuyaux ont servi de passage à des vapeurs ou à des gaz échauffés qui auraient calciné le calcaire (1).

---

(1) M. Savi décrit des concrétions cylindroïdes semblables, placées

Parmi les modifications plus rares des calcaires, je n'ai plus qu'à mentionner l'imprégnation de silice et de fer que j'ai observée en quelques localités. Le calcaire dolomisé est quelquefois altéré sensiblement au contact du grès macigno ; ainsi, à Caprile, près de Montecchio, le calcaire massif perçant le macigno a la surface endurcie et *silicifiée*, et de petites mines de *fer oxydulé* et d'*hématite* pénètrent à une petite distance dans le calcaire. Au Monte Grande et sur le Monte Commune la surface du calcaire vers le macigno est également couverte d'une mince écorce ferrugineuse d'un aspect fendu, scoriacé. J'incline à penser que, dans ce cas, la silice et le fer ont été extraits du grès par un procédé de réduction et de liquéfaction. Entre Nocella et Agerola, sur le versant méridional du San-Angelo, la dolomie gris-brun est très dure, imprégnée de silice, semblable à un quartzite. Près de Santo-Lazzaro, le calcaire compacte est traversé par des filons d'ocre rouge enveloppant des fragments calcaires ; cette espèce de brèche est analogue aux brèches éruptives qui se trouvent près de Serravezza, au contact des filons de fer et du calcaire.

Entre les calcaires et les dolomies il y a un tel passage, ils sont entremêlés d'une telle manière, que l'on parvient difficilement à fixer les limites entre ces roches sans avoir recours aux analyses chimiques ; par des observations purement géognostiques, on ne saurait séparer les dolomies des calcaires plus ou moins modifiés, qu'ils soient magnésiens ou non ; l'examen de la péninsule ne laisse point de doute que les diverses modifications des calcaires ne soient dues aux mêmes causes plutoniennes, et qu'ainsi elles ne diffèrent essentiellement entre elles que par l'état plus ou moins avancé de la dolomisation. Les dolomies proprement dites se distinguent par une texture grenue assez cristalline ; elles contiennent, en général, de petits interstices, des porosités entre les cristaux ou des fentes tapissées de petits cristaux blancs. Cette porosité rend souvent la roche incohérente et friable, surtout dans les variétés très cristallines. Ainsi il n'est pas rare de trouver au milieu des dolomies solides des amas ou des bancs d'une dolomie arénacée, blanche ou ocracée, qui

---

dans des marnes subapennines de Volterra, au voisinage des éruptions plutoniennes et des gisements de sel et de gypse. (*Mém. sur les roches ophiolithiques de la Toscane*, Pise, 1838, p. 110.)

M. Dufrénoy parle de cavités verticales traversant le tuf ponceux de Naples à la manière de tuyaux de cheminées ; il pense qu'elles ont été formées par le passage de gaz (*Mém. pour servir à la description géologique de la France*, IV, p. 238).

s'écroule en formant un sable cristallin, semblable à du sel grossier (Atrani, Tramonti). Quoique les roches très cristallines et poreuses se reconnaissent ainsi aisément comme de véritables dolomies magnésiennes, il y a aussi des variétés de vraie dolomie qui sont dures et semi-cristallines, et que l'on distingue difficilement des calcaires grenus ou des marbres. D'un autre côté, on trouve plus souvent le calcaire massif non magnésien disposé d'une manière également plutonienne que ne l'est généralement le gisement de la dolomie, fait dont je me suis convaincu aussi bien dans les environs de Sorrento que dans ceux de Serravezza et de Pise. Ainsi, la position géognostique d'une roche m'a dû fréquemment déterminer dans le choix de son nom, puisque l'on ne peut pas faire les analyses chimiques de toutes les roches douteuses.

La couleur de la dolomie est le plus souvent blanche, comme celle d'un beau marbre salin ; mais il y a aussi des variétés noires et de toutes les teintes grises intermédiaires. Les dolomies noires ou grises renferment toujours des veines ou des taches blanches, qui imitent quelquefois les formes de certaines coquilles fossiles. Entre Ataro et Vietri, la dolomie noire repose sur la dolomie blanche, les deux couleurs étant séparées par une ligne brisée très tranchée. Il faudrait encore parler des nombreuses variétés de dolomies brécheuses; mais, ce sujet étant lié intimement avec celui des brèches calcaires, je préfère y revenir à la fin de ce mémoire.

Les formes extérieures des dolomies sont suffisamment connues depuis la description célèbre qu'a donnée M. de Buch de celles de la vallée de Cassa. Les montagnes d'Amalfi et surtout celles entre Majuri et Vietri ne le cèdent certainement en rien aux dolomies du Tyrol pour la hardiesse des formes; partout leurs crêtes sont hérissées de pics, semblables à des tourelles et à des créneaux. Sur la côte méridionale escarpée, on a les meilleures occasions d'étudier les rapports des dolomies et des calcaires, soit en suivant la belle route taillée récemment le long du golfe de Salerne, dans des rochers auparavant inaccessibles, soit en pénétrant dans les ravins étroits et sauvages qui sillonnent la côte. Ordinairement les dolomies sont massives, ayant perdu toute trace de stratification, et la roche n'est divisée que par des failles ou par des joints irréguliers; ces rochers ont souvent à la surface une apparence moutonnée, comme s'ils étaient formés de ballots de coton entassés les uns sur les autres (Amalfi). A quelque distance les fentes irrégulières prennent une direction parallèle, et l'on s'aperçoit enfin qu'elles sont en réalité des joints de stratification à demi effacés (ravin de la Ferriera). Plus loin, on trouve des couches bien prononcées de dolomie cristalline, ou bien on passe peu à

peu à des calcaires noirs et compactes, qui à leur tour se transforment subitement en dolomie blanche arénacée ou en brèche dolomitique plus ou moins cohérente. Ces passages s'observent surtout à côté de la chaussée, entre Atrani et Minuri.

Les fossiles assez rares, qui se trouvent dans les calcaires de la péninsule, appartiennent la plupart au terrain crétacé. Les seuls débris organiques assez généralement répandus sont les *Hippurites ;* mais ordinairement ces coquilles se trouvent tellement empâtées dans la roche, qu'elles se présentent seulement en relief par l'effet de la désagrégation atmosphérique de la surface du calcaire, où l'on voit souvent des sections annulaires indistinctes qui paraissent provenir de ces fossiles. Je ne suis pas, en conséquence, parvenu à en déterminer les espèces. Il y a de belles couches hippuritiques sur la montagne de Camaldoli, au-dessus de Arbore, et au Monte Scutolo. Puis j'en ai observé à Monte S.-Costanza, à la Rova, à Monte Commune et à Monte Ammarata. Dans la vallée de Tramonti il y des traces fréquentes d'Hippurites dans une dolomie blanche, arénacée ; les dolomies d'Amalfi, de Ataro et de Monte S.-Felice présentent des sections de figures blanches semblables aux mêmes fossiles.

La dolomie de Capo Tumulo contient des noyaux de coquilles bivalves, dont la coupe ressemble à celle de la *Caprotina ammonia*, coquille caractéristique du terrain néocomien. A Erchia, la dolomie grise stratifiée est remplie de petites bivalves, appartenant à ce qu'il semble aux genres *Avicula* et *Ostrea* ; quelques-unes se rapprochent assez de l'*Avicula pectinoides*, Reuss (1) ; j'y ai rencontré aussi le moule incomplet d'une univalve, qui appartient au groupe de *Fusus Nereidis*, Münster (2), quoiqu'il ne paraisse pas être cette même espèce. M. Abich cite du calcaire à bivalves à Lettere ; je n'ai pas eu l'occasion d'examiner cette localité.

Le seul point de la péninsule où l'on trouve des fossiles nombreux et bien conservés est entre Capo-d'Orlando et Vico, où l'on exploite de grandes carrières dans le calcaire. C'est là que se trouvent les beaux poissons fossiles, répandus dans les musées de l'Europe et décrits par M. Agassiz. Malheureusement la position stratigraphique de ces couches relativement aux calcaires à Hippurites n'est pas bien claire, de sorte que ce dépôt ne jette pas de lumière sur l'âge des terrains de la

---

(1) *Verstein. d. Böhmischen Kreideform.*, 1845, t. XXXII, f. 8, 9, p. 23 exclus. syn. *Geinitzii.*

(2) Goldfuss, *Petrificata*, Pl. CLXXI, fig. 20.

péninsule. MM. Pilla et Murchison (1) rapportent, sur l'autorité de M. Agassiz, le calcaire à poissons au terrain jurassique; pourtant M. Pilla fait observer que les couches superposées immédiatement au calcaire à poissons et contenant des rudistes pourraient bien appartenir au néocomien (2). D'après les observations de MM. Collomb et Spada il se trouve encore des Hippurites dans les couches inférieures aux bancs schisteux, qui contiennent les poissons, et ces fossiles seraient ainsi contemporains du calcaire à Hippurites (3). Si cette observation était confirmée, on devrait classer tous les calcaires de la péninsule (à l'exception des roches éocènes) dans le terrain crétacé, classification justifiée par les fossiles d'Erchia, dont les analogues se trouvent dans la partie inférieure de ce terrain.

II. *Terrain éocène* (Macigno).

Depuis les recherches heureuses de M. Murchison sur les dépôts éocènes de l'Europe méridionale, le *macigno* des géologues italiens est encore descendu d'un degré de son ancienneté présumée pour venir se ranger parmi les terrains tertiaires. On sait que ce grès argileux, si répandu en Toscane et dont le nom a été adopté généralement pour les dépôts analogues de l'Italie, était parallélisé d'abord avec la *grauwacke* de l'Allemagne; plus tard MM. Savi, F. Hoffmann et d'autres géologues regardèrent ces dépôts comme crétacés inférieurs; puis on reconnut que le macigno correspondait plutôt à l'étage supérieur de la craie, et M. Pilla (4), enfin, réunit les dépôts en question dans son terrain étrurien, intermédiaire à son avis entre les terrains crétacés et tertiaires. Cette opinion de M. Pilla fut combattue par M. Murchison (5), qui montra qu'une partie du terrain étrurien de M. Pilla appartient à la craie, tandis que les calcaires nummulitiques et la plupart des grès du macigno sont éocènes; toutefois le célèbre géologue anglais admet la difficulté que présente en Italie la sépa-

---

(1) Murchison, *Mémoire sur la structure des Alpes, des Apennins*, etc., édition allemande, Stuttgart, 1850, p. 119.

(2) Pilla, *Trattato di geologia*, Pisa, 1848, t. II, p. 414. Les espèces citées comme provenant de la terre d'Orlando sont : *Pholidophorus fusiformis*, Ag., *Notagogus Bucklandi*, Ag., *N. latior*, Ag., et *Pycnodus rhombus*, Ag.

(3) *Bull.*, 2e série, t. XI, p. 71.

(4) Pilla, *Saggio comparativo dei terreni, che compongono il suolo d'Italia*, Pisa, 1845, p. 66.

(5) Murchison, *loc. cit.*, p. 124.

ration des terrains crétacés et éocènes. Pour les dépôts de la péninsule sorrentine, je dois répéter que l'absence des fossiles dans certains calcaires et dans le macigno rend la distinction des terrains assez incertaine.

Aux environs de Sorrento, le macigno présente à peu près la même composition que celle qui distingue ce dépôt en Toscane. La partie inférieure est formée de *schistes marneux* de couleur noire, grise, jaune ou verdâtre, et la partie supérieure consiste en un grès micacé, plus ou moins solide, de couleur gris-clair ou jaunâtre. Les schistes alternent quelquefois sur de grandes étendues avec le grès (entre Deserto et Nerano) ; mais, en général, ce dernier occupe la plus grande partie de la surface. Dans certaines localités, des bancs de *poudingue* calcaire sont intercalés dans la partie inférieure du macigno. Ce poudingue, assez compacte et presque homogène, est formé de petits fragments arrondis de calcaire, réunis par un ciment jaunâtre (ravin de Santa-Maria). Au milieu du grès, au-dessous du Telegrafo, j'ai trouvé un banc de calcaire blanc renfermant une assise de *pétro-silex* noir.

Le macigno proprement dit est limité à la partie occidentale de la péninsule ; dans la vallée de Vico, on en voit seulement quelques traces près de la Rova et d'Anaro ; mais de là, vers l'est, il semble que les roches éocènes perdent leur nature arénacée et deviennent plus calcaires, se confondant ainsi avec les roches crétacées, desquelles elles ne diffèrent plus ni par leur disposition ni par leurs caractères minéralogiques. Les seules traces de grès du macigno que j'aie pu trouver dans la partie orientale des montagnes consistent dans une couche très mince de grès, intercalée entre le calcaire et la brèche récente d'Agerola (point *i* de la carte), et dans un fragment de la même roche renfermé dans la brèche calcaire de Molieri. L'église de la Rova est située sur une colline de grès ayant les caractères ordinaires du macigno ; mais à quelque distance de là, ces caractères sont sensiblement modifiés. Ainsi à l'ouest, vers Casastarita, le grès devient très calcaire, noir et schisteux; au nord, vers Arbore, on trouve des marnes jaunes alternant avec des couches de calcaire gris ; à l'est, en montant vers le Monte Commune, on trouve d'abord du grès jaune incohérent et du calcaire brécheux jaune qui recouvrent les calcaires plus anciens comme une mince écorce, puis on rencontre des couches grises argileuses et du grès brunâtre désagrégé, très redressés et plissés (direction N. 80° O.), et plus haut du grès calcaire jaune, semi cristallin, contenant dans ses couches inférieures de gros cailloux de calcaire gris. Au sommet du Monte Commune, on trouve ensuite du calcaire compacte, gris

foncé, alternant avec un calcaire arénacé ou un grès composé de graviers calcaires arrondis. Cette roche est très fétide, d'une couleur de fumée gris-brun, et contient des traces d'Hippurites. J'ai observé la même roche, qui paraît être un macigno altéré par des vapeurs bitumineuses (*antè*, p. 6), près de Santa-Maria-Castello, et en montant de cette chapelle sur la pente occidentale du San-Angelo. Entre Nocella et Agerola, la dolomie paraît provenir de la métamorphose du même grès calcaire. D'autres traces de roches éocènes se reconnaissent sur le col de la Parata, en allant de Castellamare à Agerala, où le calcaire gris compacte est surmonté par des couches de calcaire brécheux alternant avec des schistes calcaires vert foncé. La brèche contient des fragments gris foncé, empâtés dans un calcaire de couleur plus claire. A l'est de la vallée de la Cava, entre le Monte San-Felice et le Monte Liberatore, le calcaire gris est couvert d'une alternance de schistes marneux jaunes et noirs dont la surface est boursouflée comme par l'effet d'une demi-fusion (San-Iora, Gafre).

La *coloration* des couches éocènes est assez variable, et ce qu'il est important d'établir, c'est qu'en beaucoup de lieux la couleur est affectée et altérée par les actions plutoniennes. Il paraît que la couleur primitive du grès et des schistes marneux est la teinte gris-cendré ou bleuâtre, qu'on voit ordinairement dans les gisements réguliers du macigno. Les teintes jaune, brun-rouge, verte et olivâtre, qui s'observent dans les couches plus ou moins dérangées, sont le produit d'un état plus ou moins avancé d'oxydation du fer qu'elles contiennent. Les schistes noirs paraissent quelquefois devoir leur couleur à une imprégnation postérieure de bitume. De l'autre côté, j'ai observé un cas où le grès est devenu blanc et décoloré au contact du calcaire dolomitique. Ce dernier étant enduit d'une écorce ferrugineuse, provenant sans doute de la fusion du macigno, on conçoit que celui-ci devait blanchir en perdant sa matière colorante. Dans le ravin au sud de Massa, qui sépare Santa-Maria de Schiazzano, on a la meilleure occasion d'observer les changements de couleur du macigno. On trouve ici (point *a* de la carte) une succession de grès grisâtre, dur et cristallin, de marnes d'une teinte vert-clair, alternant avec d'autres d'une couleur foncée, rouge hépatique, de calcaire dur, brécheux, de grès dur, brunâtre, et de grès argileux, incohérent, teint en gris et en jaune. La couleur jaune suit quelquefois les joints des couches ; ailleurs elle se répand le long de fentes transversales ou en taches irrégulières, de sorte que les deux couleurs se trouvent réunies dans la même couche. Ces diverses couches sont à découvert sur les bords et dans le fond du cours

d'eau ; elles sont tellement contournées et redressées qu'il est difficile de fixer leur ordre de superposition. Le calcaire brécheux ne se trouve qu'en un seul banc au milieu des marnes (direction N. 30° O.). Les deux jalons de stratification sont singulièrement courbés, sillonnés, pâlis et striés, suivant la direction de la couche. Un autre cas remarquable de coloration s'observe sur la route de Sorrento à Massa, au nord du télégraphe. Ici, sur une étendue de quelques pieds, le grès est teint en rouge couleur de brique ayant en même temps perdu la stratification.

La rareté des fossiles dans le macigno est suffisamment connue. On ne trouve pas non plus dans les calcaires éocènes de la péninsule les Nummulites, qui ailleurs ont servi de guide pour la distinction des terrains. Les seules traces d'êtres organisés que j'aie pu trouver s'observent dans le grès jaune près de Schiazzano. Ce sont des corps allongés qui s'étendent à la surface des couches, qui sont formés de la même matière que la roche, et ne s'en distinguent pas même par quelque différence de couleur ou par quelque pellicule bitumineuse. Je ne saurais affirmer si ces moules proviennent de fucoïdes ou de zoophytes ; il y en a de deux formes différentes : les uns sont ramifiés, cylindriques, de l'épaisseur de 7 millimètres environ ; les autres sont plus droits, aplatis, de la grosseur d'un tuyau de plume, et marqués d'un sillon longitudinal. Ils se rapprochent le plus du *Fucoides striatus*, Brongn. (1).

III. *Disposition relative des terrains crétacé et éocène.*

La direction des couches du calcaire et du macigno est en général peu constante, comme le prouvent les observations introduites dans la carte (2) Les directions les plus ordinaires sont E.-N.-E, O.-N.-O. et O.-E ; plus rarement les couches sont dirigées N.-S. ou N.-N.-O. L'inclinaison des couches n'est pas très forte en général, et l'on est surpris de trouver les sommets déchirés et dolomisés de montagnes, telles que le Monte San-Angelo et le Monte Falesio, composés de couches très peu inclinées. Si l'on trouve quelquefois des couches fortement redressées ou verticales, ce n'est que par suite d'accidents locaux, limités ordinairement aux niveaux inférieurs. L'inclinaison est plus généralement dirigée vers N., N.-O. et O. que vers les côtés

(1) Brongniart, *Histoire des végétaux fossiles*, t. II, f. 2 et f. 4. Les figures représentent, soit des formes cylindriques, soit des formes aplaties et sillonnées.

(2) Voir la table des observations à la fin du mémoire.

opposés. Il est remarquable que la stratification n'est que rarement en accord avec la direction et la forme extérieure des montagnes ; on peut en conclure que la configuration actuelle de la péninsule est due à de grandes dislocations, postérieures au premier redressement des couches.

Il est facile de se convaincre de l'existence et de l'étendue de nombreuses failles, puisque en beaucoup de lieux elles ont divisé les montagnes en massifs à parois perpendiculaires, qui se continuent quelquefois en lignes droites pendant des milles entiers, semblables à d'énormes murailles ; c'est ainsi que la plaine volcanique de Sorrento a été enchassée entre des montagnes calcaires précipitées ; c'est ainsi que s'est formée la plaine méridionale presque inaccessible entre le Monte San-Costenza et le Monte San-Angelo ; c'est ainsi que la côte escarpée entre Positano et Vietri s'est divisée en terrasses étagées les unes au-dessus des autres. Les nombreux ravins, qui divisent les montagnes et qui méritent souvent le nom de gorges, tant ils sont étroits et tant leurs bords sont escarpés, sont souvent liés à l'existence de grandes failles (ravin de la Rosa); souvent aussi ils sont de simples crevasses, où les couches peu inclinées se correspondent des deux côtés du ravin (plaine de Sorrento, Ticciano, Antignano, Trinita della Cava) ; les ravins de la Trinita et de Santa-Mariata, près de Massa, doivent être classés parmi les vallées de soulèvement, puisque les couches des deux côtés sont en partie inclinées du dedans en dehors (1). La direction observée le plus souvent dans les grandes failles et dans les ravins est celle de N.-N.-O. ; puis on trouve aussi de grandes dislocations dirigées O.-N.-O., E.-N.-E., N.-S. et O.-E.

La position des couches éocènes, relativement aux calcaires antérieurs et aux dolomies, est d'un grand intérêt pour l'histoire géologique de la péninsule. D'abord on se demande si les calcaires crétacés n'étaient aucunement dérangés avant le dépôt du terrain éocène, ou s'il y a au contraire quelque discordance entre les couches de ces terrains. Les brèches ou poudingues et les cailloux calcaires, renfermés dans les couches inférieures du macigno, font présumer *à priori* que les calcaires crétacés de la péninsule ont été dérangés de quelque manière avant l'époque éocène; mais on parvient difficilement à

---

(1) M. Abich décrit la vallée de Tramonti comme étant le modèle d'un cirque de soulèvement. L'exactitude de cette description m'a paru douteuse, quoique j'apprécie d'ailleurs la justesse des observations du savant allemand sur les dolomies de la péninsule (Abich, *Geologische Beobachtungen über die vulcanischen Erscheinungen in Italien*, Braunschweig, 1841, 1re livr., p. 3).

résoudre la question, parce qu'en général la stratification est assez variable et la pente des couches peu prononcée, excepté sur certains lieux de grand dérangement où la discordance des couches, s'il y en a, peut être l'effet de failles. Ainsi, en marchant de la Punta di Ricotta vers Monticchio, on trouve d'abord, dans la vallée, le macigno incliné vers l'O., puis on passe sur une pente de calcaire fétide, dirigé N. 70° O., incliné $<$ 15° 50′ ; enfin, vers le sommet, le calcaire est surmonté par le macigno dirigé N. 60°-70° E., et incliné $<$ 10°-30° N.-N.-O. J'ai cru, dans ce cas, observer une discordance entre les deux terrains ; mais si la position du macigno dans la vallée doit être l'effet d'une faille, dirigée sans doute N. 70° O., on peut soupçonner que la discordance au sommet de la pente doit être produite d'une manière semblable.

Laissant de côté cette recherche, on reconnaît aisément, en parcourant les montagnes délicieuses de Sorrento, qu'en général les grandes dislocations et les modifications plutoniennes ont également atteint le calcaire et le macigno, et qu'en conséquence ces révolutions sont postérieures à l'époque éocène. Nous verrons plus tard qu'une partie du moins de ces accidents sont d'une date très moderne et même postérieure à tous les dépôts sédimentaires de la péninsule. Ici je m'occuperai spécialement de quelques localités des environs de Sorrento, où l'on peut observer le dérangement du macigno et du calcaire, ainsi que les changements produits au contact de ces roches.

En montant de Sorrento vers le col appelé *li Conti*, qui joint le Monte Grande au Monte-Vicalvano, on rencontre d'abord au-dessus de Trasajella, en quittant le tuf volcanique du Piano, de petits rochers de calcaire gris, massif, dont la surface est couverte de grands blocs de macigno, puis des couches de ce macigno reposant sur des schistes marneux, olivâtres, ensuite des bancs de poudingue calcaire ancien. Les couches sont inclinées d'environ 15 degrés successivement vers O., S. et N. Au sommet du col, près de deux chaufours (point *e* de la carte), le macigno est redressé verticalement contre le calcaire du Monte-Grande. Près du point de contact, on voit des changements bien intéressants dans les deux roches. Les couches du calcaire, qui se voient bien distinctes et presque horizontales à peu de distance, se confondent peu à peu. Le calcaire devient massif, dolomitique, rempli de fissures et d'interstices vides, allongés parallèlement au plan vertical de contact ; et cette même surface est contournée, ridée et *scoriacée* comme celle d'une lave refroidie ; elle est couverte d'une mince écorce ferrugineuse qui pénètre dans le calcaire modifié en formant un réseau de veinules de fer oxydulé, d'hématite et de fer spathique ; en même temps, la roche devient très dure et imprégnée

de silice. Le grès du macigno, de son côté, devient *blanc* et à peine reconnaissable, traversé au point de contact d'un réseau étroit de veines de spath calcaire ; on dirait que toute la roche arénacée a été, à une petite distance, imprégnée de chaux. Évidemment le plan de contact, dirigé ici N. 30° O., n'est qu'une grande faille qui produit, en descendant vers le Piano, un mur presque perpendiculaire de calcaire dont la direction est N. 10° O. Du côté opposé du col de Conti, une faille dans la même direction (N. 20° O.) sépare le macigno redressé du calcaire horizontal, et coupe verticalement les montagnes de Vicalvano et de Camaldoli. On observe ici des changements analogues dans le calcaire et dans le grès qui, près de la faille, est friable, désagrégé, et contient des fragments du calcaire introduits à l'époque de la dislocation.

Dans les montagnes qui s'élèvent immédiatement en dehors de la ville de Sorrento, on trouve partout des traces du macigno, quoique en beaucoup de lieux ce ne soit qu'une écorce très mince de grès qui parvient à peine à reconvrir la surface des grands massifs calcaires (Monte-Grande). Sur le promontoire appelé le *Petit San-Angelo*, qui s'avance à l'est de la ville, bien loin dans la plaine, le macigno se réduit à un conglomérat de petits fragments calcaires, réunis par un ciment jaune, argileux, disposé en lambeaux dans les cavités préexistantes du calcaire dolomitique. J'ai déjà parlé de la position du macigno à Trasajella, au pied est de ce promontoire, ainsi que de la grande faille qui le coupe de ce côté. Du côté occidental, le Petit San-Angelo est également taillé à pic par l'effet d'une faille dirigée N. ou N. 10° E. Près de cette faille, le calcaire, ailleurs stratifié, est dolomisé de manière à perdre sa stratification, et se divise par des fentes nombreuses en grands blocs anguleux jetés les uns sur les autres. Au pied de l'escarpement, une crevasse verticale très large, dirigée au N. 80° O., s'introduit dans l'intérieur de la montagne. Au pied du Monte-Grande, du côté de Sorrento, on trouve au milieu du macigno un petit soulèvement isolé de calcaire, derrière lequel la montagne s'élève en terrasses dont les bords sont coupés verticalement par des failles parallèles dirigées N. 70° O. Le calcaire de la colline isolée (point *d* de la carte) est stratifié dans sa partie supérieure, pendant qu'il devient inférieurement massif et dolomitique ; les bancs sont fortement redressés et s'inclinent de 45 degrés vers le S.-S.-O., leur direction étant parallèle aux murailles calcaires du Monte-Grande (N. 70° O.). Autour du calcaire, le grès est soulevé en dôme, ayant les couches inclinées de tous les côtés en dehors, vers N., O. et S. De ce dernier côté, les couches argileuses du macigno sont redressées verticalement et très contournées, comme

si elles eussent subi une pressi n violente entre le calcaire de la colline et celui de la montagne.

Un autre point remarquable par le contact du macigno et du calcaire dolomisé se trouve au commencement du ravin qui, du plateau de Santa-Agata, descend vers Sorrento. Ce ravin n'est en réalité qu'une faille dirigée N.-N.-O., et reconnaissable plus bas dans le grand escarpement calcaire qui forme l'encadrement occidental de la plaine de Sorrento, et qui est désigné près de la ville par le nom de *Capodimonte*. En descendant de Santa-Agata, on voit près de Pontone (point *c* de la carte) une petite crête de calcaire perçant le macigno, et ayant vers l'ouest un escarpement perpendiculaire dirigé N.-S.; puis, en suivant un petit sentier qui descend vers l'est, on arrive à la continuation inférieure de la même crête. Ici le calcaire présente vers l'est une surface polie, perpendiculaire, dirigée N. 20° O., contre laquelle le macigno s'appuie en bancs très inclinés. Au point de contact, le grès aussi bien que le calcaire a perdu sa stratification, et le premier s'est mêlé au calcaire de manière à former sur la surface du dernier une écorce arénacée et ferrugineuse, lissée et polie par la friction mutuelle des côtés opposés de la faille. Au sud de Santa-Agata, entre Monticchio et Caprile, le macigno est percé et redressé par deux autres crêtes calcaires, l'une dirigée N. 20° O., l'autre N. 80° E. Ici encore la surface du calcaire est pénétrée par un réseau de veines d'hématite brune.

Sur les points indiqués jusqu'ici, la limite entre le macigno et le calcaire est nette, et le plan de contact est à peu près droit, un peu courbé; mais, en d'autres lieux, les deux terrains ont subi ensemble des convulsions plus irrégulières. Là les couches sont contournées, le grès et les marnes éocènes sont entrelacés avec le calcaire, la stratification disparaît, et les diverses roches, séparées en fragments anguleux ou en mamelons arrondis, s'entremêlent avec une confusion inextricable. C'est ce qu'on voit sur la pente orientale de la montagne de Santa-Maria, près de Massa, sur le bord d'un petit ravin au-dessous du télégraphe, et surtout dans une grotte située au pied occidental de la montagne du Telegrafo (point *b* de la carte). Cette grotte est formée par une faille irrégulière, dirigée E.-N.-E., qui a introduit un amas de macigno dans l'intérieur du calcaire dolomitique, très fétide. Au dehors de la grotte, une haute muraille de calcaire, perpendiculaire ou courbée en surplomb, et dirigée N. 60° E., est produite par la dislocation; toute cette surface, haute de 20 à 60 pieds, est lissée rudement avec des sillons longitudinaux, et en quelques points la polissure plus parfaite laisse apercevoir de petites égratignures en partie verticales, en partie inclinées. La sur-

face polie est traversée par de nombreuses fentes verticales, ainsi que par d'innombrables fissures irrégulières, allongées, tantôt le long des joints presque effacés de stratification, tantôt traversant les bancs calcaires de bas en haut. Au pied du rocher, les couches du macigno sont verticales ou inclinées fortement en dehors.

IV. *Terrain pliocène récent.*

A. *Tufs volcaniques.*

Les matières volcaniques occupent une grande partie de la surface de la péninsule ; on peut même dire que partout où il y a entre les montagnes une plaine ou une vallée fertile, partout où les pentes des hautes montagnes, trop souvent arides, sont couvertes de végétation, le sol végétal est composé ou mélangé de produits volcaniques. Ces matières se trouvent tantôt seulement éparpillées à la surface ; tantôt elles sont déposées sur des épaisseurs de plus de 200 pieds ; tantôt elles constituent des amas terreux et incohérents ; tantôt elles forment des couches tufacées plus ou moins durcies ou même pierreuses ; la couleur des tufs est tantôt brune ou rouge, tantôt jaune, tantôt grise, bleuâtre, violette ou noire.

La plaine ou Piano de Sorrento, dont les beaux jardins d'orangers pourvoient en grande partie à la consommation des oranges dans la capitale de Naples, est à proprement parler un plateau élevé de 200 pieds au-dessus du golfe de Naples. Du côté du golfe, la plaine se termine abruptement par des rochers perpendiculaires, accessibles aux pêcheurs de la côte seulement aux embouchures des ravins dont la plaine est sillonnée. Ces ravins sont des gorges étroites et sinueuses, renfermées entre des parois perpendiculaires au fond desquelles le soleil peut à peine pénétrer. Les extrémités inférieures des ravins, ainsi que la falaise, sont taillées sur toute leur hauteur dans un tuf pierreux d'une couleur foncée, gris bleuâtre ou violâtre, quelquefois presque noir. Ce tuf, à la fois schisteux et facile à tailler, est largement exploité pour pierre à bâtir ; les excavations des carrières ont produit à côté des ravins et dans les rochers de la côte de larges grottes, des galeries et des escaliers souterrains (hôtel de la Coccumella). Le tuf de Sorrento, malgré sa grande épaisseur (encore inconnue), n'est point stratifié ; tout au plus remarque-t-on quelques joints irréguliers à peu près horizontaux dans ce dépôt, qui est d'ailleurs divisé verticalement par de nombreuses fentes qui produisent, en se croisant sous des angles à peu près droits, les formes régulières et perpendiculaires propres au tuf de Sorrento. La masse d'ailleurs homogène et terreuse de la pierre, qui ressemble à une cendre volca-

nique consolidée, renferme de nombreux fragments de scories et de ponces noires, fibreuses et semblables à du charbon de bois, ainsi que des cristaux assez fréquents de ryakolite ou feldspath vitreux. Les pyroxènes paraissent manquer complétement dans le tuf violet de Sorrento. Quand on monte de la plaine vers les montagnes qui l'environnent, on trouve encore quelques petits escarpements de tuf violet s'élevant en terrasses sur les bords du Piano; mais à 500 pieds environ au-dessus de la mer, ce tuf disparaît, et l'on ne voit plus que de la terre rouge volcanique et des amas de ponces jaunes.

Hors de la plaine de Sorrento, j'ai trouvé des tufs ayant les mêmes caractères dans des localités assez éloignées entre elles et séparées par des intervalles couverts de tufs différents. Ainsi le tuf violet se trouve à Massa, à Vico, à San-Leo et à Li Miri, dans la vallée de Gragnano (*k* de la carte) et dans la vallée de Tramonti (*l*). Dans ces lieux, les bancs du tuf forment souvent de petits escarpements qui ne s'élèvent guère à une hauteur plus grande que celle du Piano; seulement à Santa-Agata il y a un dépôt du même tuf remplissant un petit bassin dans le macigno, à une élévation de plus de 1000 pieds.

La gorge profonde qui passe près de la partie orientale de Sorrento offre la meilleure occasion pour examiner le tuf. En marchant le long du fond de ce ravin, on est d'abord entouré par les rochers escarpés du tuf violet, puis à l'entrée d'un ravin latéral qui monte vers l'E.-S.-E., on trouve le tuf violet recouvert par du tuf ponceux jaune, renfermant des couches entières de ryacolites. Ce dernier tuf, peu solide, est surmonté de nouveau, près de Metrani, par les bancs durs du tuf violet. Le même tuf jaune, formé de pierres ponces désagrégées et cimentées ensemble, stratifié horizontalement, est disposé en terrasses de 50 à 60 pieds de hauteur au-dessus de Tagliana. Dans un endroit, le tuf est percé par un aqueduc souterrain antique dont les parois sont couvertes d'une épaisse couche de travertin très cristallin, et l'espace intérieur est rempli de minces couches de tuf ponceux. Dans ce lieu, la surface du tuf est couverte de cendres noires, finement stratifiées.

Dans le voisinage de Vico, il y a une grande variété de tufs, et l'on peut examiner sur les pentes du ravin de Vico de belles coupes composées de couches alternantes de tufs diversement colorés. Quelques-unes des couches tufacées sont remplies de galets calcaires détachés des montagnes environnantes, et, les galets devenant plus nombreux et moins arrondis vers le fond du ravin, le dépôt volcanique se transforme inférieurement en conglomérats et brèches calcaires plus ou moins mélangés d'un ciment tufacé. La succession

des diverses couches se voit bien à l'entrée occidentale quand on descend de la chaussée vers le fond du ravin ; on y trouve de haut en bas :

		pieds.
a.	Couches de ponces incohérentes gris-clair, contenant du mica noir.	
b.	Tuf dur, violet	8
c.	Terre brune à petites ponces blanches	12
d.	Tuf ponceux jaune, grossier, peu cohérent.	6
e.	Tuf jaune à petits grains, plus solide, avec des pierres ponces arrondies.	6
	Faisant passage à	
f.	Terre brune à grains fins, avec ponces blanches	10
g.	Alternance de bancs horizontaux de tuf ponceux gris à ryakolites et de conglomérat calcaire, au fond du ravin, où ce dépôt, épais de 50 pieds environ, continue de former de petits escarpements jusqu'à Egva ; le calcaire crétacé des bords du ravin s'avance à deux reprises vis-à-vis de Pestena et de Sejano, à travers le ravin, qui est ainsi divisé en deux bassins remplis par le dépôt crétacé.	

Une coupe assez semblable s'observe du côté est de la ville, en descendant vers la Marina ; on y trouve entre les tufs jaune et brun, surmontés par le tuf violet, des couches de sable noir à ryakolites, de ponces sèches, anguleuses, et de sable blanc cristallin formé entièrement de fragments de ryakolite ; la partie inférieure du tuf violet est ici d'une belle couleur rouge de vin ou rouge hépatique. A l'extrémité orientale du magnifique viaduc qui porte la chaussée en travers du ravin de Vico, il y a une belle coupe de tuf jaune couronné par un petit banc de tuf violet. Le tuf jaune est ici assez solide, et quelques-unes de ses couches, qui contiennent des ryakolites, ont une parfaite ressemblance avec le tuf des champs phlégréens ; d'autres couches sont moins cohérentes, le tuf étant décomposé et argileux, et contenant çà et là des ponces blanches, des ryakolites, des pyroxènes et du mica noir ; des galets calcaires se présentent en couches subordonnées à côté de la chaussée. Un peu au-dessus de ce lieu, il y a dans le tuf violet, près de San-Vito, une petite carrière, où le tuf contient des paillettes de mica d'une couleur de cuivre métallique. Supérieurement la couleur gris-violet du tuf se change en brun-rouge, et ce tuf terreux rouge, alternant avec des couches incohérentes de ponces anguleuses et de pyroxènes, forme le sommet du petit escarpement. Du côté opposé du viaduc, sur le sommet oriental du Monte-Scutolo, des relations analogues s'observent entre les divers tufs. Ainsi, au-dessous de Sejano et sur la route qui de ce village conduit à Arbore, des escarpements de tuf

violet, hauts de 20 à 30 pieds, reposent sur des dépôts très épais de tuf jaune à galets calcaires, et sont surmontés par des couches de terre rouge contenant les mêmes galets. La surface de la montagne est couverte de ponces détachées, interstratifiées avec des assises de pyroxènes inclinées $< 10°$ au N.-N.-E.

Entre Castellamare et Capo d'Orlando, les mêmes conglomérats de brèches calcaires se voient, comme à Vico, superposés au tuf terreux rouge qui contient ici des pyroxènes et des *Hélices;* l'église de Pezzano est bâtie sur les bancs très durs de la brèche. Dans la vallée de Gragnano, on voit, en montant vers le col de la Parata, d'abord des bancs alternants de tuf brun, de ponces jaunes et de galets qui se réunissent plus loin en bancs horizontaux très épais de conglomérat solide. Ce conglomérat est couvert à San-Nicola dei Miri (*k* de la carte) par un banc de tuf violet ou noir, puis en montant on trouve de nouvelles alternances de conglomérat et de tuf brun désagrégé et argileux ; enfin le tuf seul forme un petit plateau élevé appelé Piano di Perillo, dont la surface est couverte de ponces éparpillées.

Nous avons vu que, supérieurement, les dépôts tufacés se terminent toujours par des couches terreuses rouges ou brunes et par des amas incohérents de ponces. Ces matières forment encore à elles seules des dépôts considérables, qui s'élèvent à de grandes hauteurs sur les montagnes où l'on ne trouve plus ni le tuf violet ni le tuf ponceux jaune. Ainsi le col de Conti, celui de Santa-Maria-Castello, le plateau d'Agerola et de la Trinita della Cava, sont couverts de bancs de tuf brun rouge et de ponces. La plus grande partie de ces dernières se trouve superposée au tuf, éparpillée à la surface. Sur le Piano di Faito, sur le versant occidental du San-Angelo, les magasins de neige pour la ville de Naples sont creusés dans les énormes amas de lapilli qui couvrent ce plateau. Outre les ponces, on trouve çà et là des lapilli d'une nature différente. Ainsi, en montant la vallée de Gragnano vers le Monte-Ammarata, j'ai trouvé de petites bombes vésuviennes de lave noire, contenant du pyroxène, de l'olivine, du ryakolite et de l'amphigène (?); les autres lapilli dans cette localité ressemblent à des ponces par la texture et par la couleur, mais, outre les cristaux ordinaires de ryakolite, ils contiennent encore du pyroxène. Le tuf brun supérieur de Schiazzano contient des fragments aigus d'obsidienne noire ; celui d'Arbore et de Vico renferme de petites taches blanches provenant, à ce qu'il semble, d'amphigènes décomposés. En beaucoup de lieux, la terre rouge contient des cristaux détachés de ryakolite et de pyroxène, et ces minéraux sont quelquefois abondamment disséminés à la surface, soit mélangés

(Santa-Agata, Agerola), soit séparés (ryakolites à li Conti, Tramonti ; pyroxènes à Massa, Sorrento, Monte-Grande). Les pyroxènes deviennent plus fréquents dans les matières volcaniques de la péninsule à mesure que celles-ci sont plus superficielles ; jamais je n'en ai trouvé dans le tuf violet.

Quand on se demande quelle est l'origine des matières volcaniques dispersées sur le sol de la péninsule, on ne peut raisonnablement révoquer en doute qu'une grande partie ne provienne des éruptions du Vésuve ou de son prédécesseur, la Somma. Les cendres et les lapilli du volcan actuel sont jetés dans les airs, encore de nos jours, à des distances beaucoup plus grandes que les 15 milles qui séparent le volcan du point le plus éloigné de la péninsule ; aussi pendant l'éruption de 1822 les cendres du Vésuve tombaient-elles si abondamment à Amalfi que l'air en fut obscurci pendant deux journées. On comprend que les éjections déposées en plein air devaient plus difficilement se consolider en couches tufacées que les mêmes matières tombées dans la mer ou charriées par les eaux pluviales dans les bassins sous-marins ou lacustres renfermés entre les montagnes calcaires. Dans ces dernières localités, les déjections formaient en se consolidant les tufs divers, alternant quelquefois avec les détritus des montagnes voisines. Les dépôts aériens, au contraire, ne devaient former en général que des couches terreuses ou des amas incohérents de lapilli qui ne contiennent jamais de galets calcaires. D'ailleurs, on peut trouver des couches tufacées endurcies parmi les dépôts aériens, de même qu'il y a entre les tufs sédimentaires des couches terreuses ou composées de ponces anguleuses non cimentées.

Ainsi, quoique je sois convaincu qu'une partie de la péninsule était déjà émergée avant la formation des couches tufacées inférieures, et qu'une partie des matières volcaniques, surtout dans les positions élevées, se déposaient en plein air, il est très difficile de fixer une limite entre les dépôts sédimentaires et les dépôts aériens. La difficulté est encore augmentée par les changements de niveau qui ont eu lieu depuis la formation des tufs et des brèches. Heureusement les brèches et les conglomérats, étant indubitablement sédimentaires, nous fournissent des moyens moins incertains pour juger des changements énormes survenus dans la géographie physique de la péninsule de Sorrento.

Pour retourner à la question sur l'origine des tufs de la péninsule, il est facile, en visitant la Somma, de se convaincre de l'identité des lapilli qui couvrent la surface de ce volcan avec ceux qui se trouvent au sommet du Monte Ammarata; nous retrouvons dans les ravins de la Somma les ponces et le tuf jaune, identiques avec ceux

des champs phlégréens que nous avons observés à Vico ; les cendres moins pyroxéniques du Vésuve nous rappellent les amas semblables qui se trouvent à Monte Scutolo et à Monte Grande, et les déjections gris-clair pulvérulentes du Vésuve, de 1822, sont pareillement disposées sur les flancs de la Somma et sur les pentes de la côte amalfitaine. Quant aux ponces et au tuf ponceux de la Somma, plusieurs géologues, partisans des cratères de soulèvement, ont cru nécessaire de leur attribuer une origine plus éloignée que l'orifice volcanique qu'ils entourent, et d'imaginer qu'ils proviennent d'éruptions sous-marines dans les champs phlégréens ; quoique je ne voie aucun obstacle à ce que la Somma ait pu rejeter des produits semblables à ceux des cratères phlégréens voisins et contemporains, je ne connais pas suffisamment les derniers pour vouloir réfuter cette opinion ; en tout cas, on doit accorder la même origine aux ponces de la péninsule Sorrentine et à celles de la Somma.

Il me reste à parler du tuf violet et du tuf rouge, qui paraissent n'être que des modifications l'un de l'autre, puisqu'il y a de fréquents passages entre eux ; d'un autre côté, ces tufs se distinguent nettement des tufs jaunes, avec lesquels je n'ai jamais remarqué de passages ; le tuf violet ne contient point de ponces jaunes ou blanches, tandis que la terre rouge superficielle en est souvent mêlée. La disposition du tuf rouge terreux fait présumer qu'il ne diffère essentiellement du tuf violet que par la plus haute oxydation du fer contenu dans ces dépôts, oxydation qui devait s'opérer plus aisément dans les cendres volcaniques disposées en couches peu épaisses à la surface des montagnes et entre les bancs de conglomérat et de lapilli, que dans les produits qui se consolidaient, comme le tuf violet, en bancs épais et séparés dans les bassins (1). Quant au tuf violet de Sorrento, on ne trouve hors de la péninsule rien de semblable parmi les produits volcaniques des environs de Naples. MM. Breislak, Abich et Pilla ont remarqué la ressemblance qu'il y a entre le tuf de Sorrento et celui de Rocca-Monfina ; mais il ne paraît guère probable que le tuf violet provienne de ce volcan, éloigné de 45 milles, puisque les champs phlégréens, situés à moitié chemin entre Sorrento et Rocca-monfina, n'en contiennent point de trace. On doit regretter que M. Abich n'ait point admis la pierre de Sorrento avec les autres produits volcaniques de Naples, dont il a fait les analyses ; probable-

(1) Sur la Somma, j'ai trouvé, en descendant vers Ottajano, un banc épais de tuf rouge, recouvert par des ponces jaunes et blanches. Ce fait prouve qu'une partie au moins du tuf rouge de la péninsule pouvait provenir de la Somma ; le tuf violet ne s'y trouve pas.

ment l'analyse chimique aurait fourni des moyens plus sûrs pour deviner l'origine de cette roche, que ne le sont les caractères minéralogiques.

Depuis les observations de M. Breislak, le tuf de Sorrento paraît avoir peu attiré l'attention des géologues qui ont visité les environs de Naples ; l'auteur des *Institutions géologiques* décrit d'une manière très exacte ce qu'il appelle les *laves tubocées de Sorrento;* il fait observer que la pierre devient plus dure, plus compacte et plus noire avec la profondeur en même temps qu'elle devient magnétique, et contient dans sa partie inférieure de petits cristaux de *fer* (oxydulé?) (1). M. Dufrénoy regarde la pierre de Sorrento comme une simple variété du tuf ponceux ordinaire, colorée fortement par de l'oxyde de fer ; pour les tufs ponceux d'Ischia, il fait remarquer qu'ils contiennent toujours du fer oxydulé, ce qui n'est pas le cas dans le tuf ordinaire (2). Cette circonstance rapproche le tuf de Sorrento de celui d'Ischia, et me fait penser que le tuf violet de la péninsule pourrait bien provenir d'éruptions sous-marines arrivées dans l'espace intermédiaire situé entre ces deux localités.

Il n'y a probablement rien qui s'oppose à la supposition que les eaux de ce golfe, qu'un ancien naturaliste a appelé le *cratère de Naples*, pourrait cacher quelque orifice volcanique éteint qui aurait jeté ses cendres et ses tufs sur les plages de la péninsule ; la nature du tuf de Sorrento, son épaisseur inconnue ; les scories noires, plus fréquentes dans le tuf du Piano que dans les autres localités, font naturellement penser que ce cratère sous-marin était plus rapproché de la plaine actuelle de Sorrento que d'aucune autre localité que nous pouvons examiner à présent. Peut-être ce cratère a-t-il fait partie de l'immense système démantelé, supposé dernièrement par Constant Prévost (3), et dont les îles d'Ischia, de Vivara, de Procida, et les champs phlégréens, ne sont, à son avis, que des lambeaux déchirés. Quand aux particularités minéralogiques du tuf de Sorrento, on conçoit aisément que le cratère latéral d'un large système volcanique puisse rejeter des produits différents de ceux des autres orifices, d'autant plus que, selon M. Abich (4), le tuf ponceux de Naples change aisément de couleur par l'effet de la chaleur, et se teint de toutes les nuances, depuis le rouge et le brun-rouge jusqu'au gris-foncé et au violet. De même que le Montirossi, cône laté-

(1) *Institutions géologiques*, Paris, 1822, t. III, p. 153.
(2) *Mémoires*, t. IV, p. 248.
(3) *Bull.*, 2e série, t. XI, p. 76.
(4) Abich, *loc. cit.*, p 90.

ral de l'Etna formé en 1669, ne rejetait que des cendres et des scories rouges, quoique les cendres de l'Etna soient d'ailleurs généralement noires, le cratère de Sorrento pouvait rejeter des tufs rouges ou violets, pendant que les tufs jaunes s'épanchaient des cratères phlégréens, et pendant qu'une lave tufacée s'écoulait du cratère de Vivara (1).

B. — *Brèches calcaires et travertins.*

Les tufs volcaniques contiennent quelquefois des couches subordonnées de galets calcaires plus ou moins arrondis, comme je l'ai déjà annoncé ; ces dépôts prennent, en d'autres lieux, un plus grand développement, de manière qu'ils prédominent sur les tufs, qui, alors, se réduisent à de minces couches intercalées çà et là entre les bancs de conglomérat et de brèche. Dans tous les cas, j'ai trouvé que ces brèches calcaires sont séparées des calcaires crétacés par des matières volcaniques, ce qui sert à distinguer les brèches pliocènes des calcaires brécheux éocènes; elles sont recouvertes, en général, par d'épais bancs de tuf rouge et de ponces. Les éléments dont sont formées les brèches sont des fragments détachés des montagnes voisines : ce sont des calcaires compactes, blancs, gris ou noirs, et des dolomies plus ou moins cristallines ; il est très rare d'y trouver des fragments de grès macigno. Ces matières sont cimentées par une pâte calcaire très dure, et quelquefois assez cristalline pour ressembler aux morceaux de dolomie qu'elle renferme ; souvent le ciment est coloré par un petit mélange de tuf volcanique rouge. Ce ciment provient de sources calcaires qui, en quelques lieux, ont formé des dépôts de travertin ; ce calcaire d'eau douce, lié intimement à la brèche, contient des empreintes de feuilles et des coquilles d'espèces encore vivantes de mollusques terrestres (2). La plupart des brèches

---

(1) Le tuf de l'île de Vivara est décrit comme étant sans stratification, inférieurement brun-foncé et compacte, et passant supérieurement à une roche terreuse gris-foncé, qui contient des scories noires très poreuses ; cette roche est plus ferrugineuse qu'aucun des autres tufs analysés, et M. Abich la regarde comme une modification tufacée d'une roche ignée qui a coulé au fond de la mer (*loc. cit.*, p. 94).

(2) Les rares exemplaires que j'ai pu extraire ont été déterminés par mon ami, M. Moerch, de Copenhague, ce sont : *Helix setosa*, Ziegler, *Cyclostoma costulatum*, Ziegler, *Cyclostoma striolatum*, Porro. La première espèce se trouve dans le travertin de San-Andrea, les deux autres sont extraites d'un calcaire ponceux au-dessous de la brèche dolomisée de la Punta di Ronco, près d'Agerola.

sont stratifiées régulièrement en bancs épais, peu distincts ; d'autres sont disposées irrégulièrement à la surface et dans les crevasses des dolomies.

Entre la Cava et Vietri, la brèche est très développée ; on la voit reposer sur le tuf rouge volcanique, le long de la grande chaussée. En quittant celle-ci pour suivre le ravin pittoresque qui, de Molini, monte vers le couvent de la Trinita, on est bientôt entouré de hautes murailles taillées dans la brèche. Inférieurement, la roche est assez dure pour pouvoir servir de pierre à meule ; supérieurement, elle passe à un tuf calcaire jaune. La brèche est très riche en sources, qui jaillissent partout au pied des escarpements. Plusieurs grottes, s'ouvrant sous les rochers de brèche, ont été employées pour y construire de petits moulins ou des chapelles ; le monastère ancien et célèbre des Bénédictins est, en partie, bâti dans une semblable grotte ou cave, d'où il a reçu le nom de *Trinita della Cava.* Une autre grotte (*m* de la carte), dans laquelle on a établi un chaufour, a le toit décoré de stalactites ; ici la brèche repose sur une argile brune volcanique qui, à son tour, recouvre la dolomie noire dont le fond du ravin est formé. De ce point, la brèche descend vers Molini, en conservant une épaisseur à peu près égale de 100 à 150 pieds ; les couches sont légèrement inclinées dans le même sens ; les éléments de la brèche paraissent plus gros dans la partie supérieure du ravin. Vers la vallée de la Cava, la brèche se termine abruptement, et du côté oriental de cette vallée on ne trouve point de trace de ce dépôt; il paraît que ce côté de la vallée est déjeté par une faille qui a porté hors de vue les dépôts lacustres qui, sans doute, se continuaient à travers la vallée.

La ville de Vietri est bâtie sur une continuation du dépôt de la Cava ; une falaise de 100 pieds de hauteur est ici composée presque entièrement de calcaire d'eau douce. A la base, la dolomie noire s'élève seulement à quelques pieds au-dessus de la mer ; elle est couverte de bancs de brèche calcaire, qui se transforment supérieurement en calcaire homogène. Ce calcaire est très variable dans ses caractères : tantôt il est compacte et dur, tantôt mou et tufacé; tantôt c'est un travertin rempli d'empreintes de feuilles ou traversé par des vides laissés par des branches d'arbres ; il contient une petite espèce de Lymnée et des Hélices. Supérieurement, il y a des couches alternantes d'argile brune et de sable calcaire, qui contiennent des assises de calcaire dur, luisant, semi-cristallin, assez semblable à certaines dolomies ; latéralement, la stratification de ces couches s'efface, et il se fait un passage à un calcaire massif, dur, à cassure conchoïde, fendillé, et présentant des formes pointues, dolomitiques ;

bref, on reconnaît que le travertin de Vietri a subi des modifications ignées analogues à la dolomisation des calcaires crétacés.

Un travertin semblable à celui de Vietri s'observe encore près de Cetaro et à la Chapelle de San-Andrea, mais ayant peu d'épaisseur. Dans ce dernier lieu il y a, à côté du travertin, des rochers remarquables de brèche. Au-dessus du sentier pratiqué sur la pente on voit de grands amas de blocs et de fragments anguleux de dolomie entassés vers la montagne; ils sont à peine réunis par quelque ciment, et s'écroulent quelquefois comme du gravier grossier. D'autres parties de la brèche sont assez solides pour qu'il y existe une grotte spacieuse, du toit de laquelle on voit intérieurement saillir de grands blocs suspendus dans des positions assez menaçantes; une chapelle ancienne et une fabrique de vin sont établies l'une à côté de l'autre dans cette caverne singulière. Il paraît que cet amas de fragments, dont la brèche est formée, provient de l'écroulement de la partie supérieure de la montagne; les sommets qui surmontent la chapelle de San-Andrea ont une apparence entièrement hérissée et délabrée, et la montagne della Foce est même percée à jour par un trou. De l'autre côté du sentier, la brèche est disposée en bancs plus réguliers qui couvrent la pente fortement inclinée ($< 15°$) vers la mer; un rocher singulier de brèche, isolé sans doute par l'écroulement des parties environnantes, repose sur une base plus petite que son sommet, semblable à certains blocs erratiques perchés sur les bords des vallées des Alpes.

Les dépôts de brèche s'observent encore en beaucoup de points de la partie orientale de la péninsule : ainsi, dans la vallée de Tramonti, à Ravello, la Scala et Agerola, dans la vallée de Gragnano et dans celle de Vico. Quoique ces dépôts se trouvent ordinairement dans les niveaux inférieurs, formant sur les bords des ravins des escarpements verticaux de 50 à 60 pieds de hauteur, il y en a aussi qui sont élevés jusqu'à 1200 pieds au-dessus du niveau de la mer, comme ceux de la Scala, d'Agerola et d'Anaro, et près de Santa-Maria-Castello il y a, sur le versant occidental du Monte San-Angelo, un lambeau de brèche élevé probablement à 2500 pieds de hauteur. Ce dernier dépôt est encore remarquable parce qu'il est suspendu au sommet de la gorge de Positano (point *g* de la carte), vers laquelle il est coupé verticalement ; les matériaux de la brèche sont des calcaires et des dolomies fétides, de couleur blanche, noire et gris de fumée ; les bancs irréguliers de la brèche sont inclinés de $< 15°$ vers l'O.-N.-O., et reposent en stratification transgressive sur la séparation verticale, entre le calcaire stratifié et le calcaire massif dolomitique.

Le plateau d'Agerola repose sur un dépôt de brèche semblable à celui de la Cava. Vers le sud, ce dépôt se termine brusquement en formant un escarpement perpendiculaire, qui couronne une pente abrupte de calcaire crétacé entre Prajano et Conca, haute environ de 1000 pieds; il est remarquable qu'il ne se trouve point de brèche sur toute cette pente au-dessous du niveau indiqué. Dans le ravin de Furore, on peut aisément observer la disposition du calcaire et des couches superposées. Trois petits moulins à papier, nommés Furore, Vetara et Pino, accessibles seulement par de longs détours et par des sentiers difficiles, sont situés dans le ravin l'un au-dessus de l'autre à des niveaux qui correspondent à ceux des divers terrains. Au moulin de Furore, le calcaire gris-foncé est stratifié régulièrement en assises inclinées de 3 à 15 degrés vers le N.-O.; quelques-unes des couches sont criblées de larges tubulures rondes. Plus haut, le moulin de Vetara est situé sur les limites supérieures du calcaire, entre lequel et la brèche il y a une couche très mince de macigno désagrégé. A côté du sentier qui de là monte vers San-Lazzaro, le calcaire devient fendillé et se divise en morceaux anguleux qui, réunis à leur place par quelque infiltration calcaire, forment une sorte de brèche difficile à distinguer de la brèche pliocène qui la recouvre. Au haut du sentier, près de la villa Avitavole, la stratification du calcaire disparaît, et l'on y trouve les concrétions et les tuyaux plutoniens décrits auparavant. Le troisième moulin, celui de Pino (point *i* de la carte), est placé en haut du ravin, sur le bord du plateau d'Agerola. Ici la brèche calcaire alterne avec de minces couches de tuf volcanique. Quelques-uns des bancs du tuf sont d'une couleur gris de fumée; mais la plupart consistent en terre brun-rouge, comme les bancs épais qui couvrent la surface du plateau d'Agerola. Les couches tufacées au-dessous de la brèche contiennent des scories rouges, décomposées, des ryacolites, des pyroxènes et une petite espèce d'*Helix*. Les couches sont inclinées de $<$ 10 degrés vers le nord, et le plateau même d'Agerola est incliné dans le même sens jusqu'au pied de la Parata. L'épaisseur de la brèche augmente du sud vers le nord, de manière que le dépôt, assez mince à San-Lazzaro, atteint une épaisseur de plus de 100 pieds à Pino.

D'après les détails précédents, on voit que la brèche d'Agerola est indubitablement un dépôt très moderne, superposé au macigno, postérieur à l'émersion d'une partie de la péninsule et aux premières éruptions volcaniques de la Campanie, et contemporain des espèces encore existantes de mollusques terrestres, remarques qui s'appliquent également aux autres brèches et travertins de la pénin-

sule. Déjà le travertin de Vietri et la brèche de San-Andrea me faisaient soupçonner que ces dépôts avaient subi des modifications ignées ; la brèche d'Agerola, si distinctement stratifiée en général, présente en certains lieux des transformations telles qu'on ne peut plus douter de ce fait. Ainsi, dans le ravin de Furore, tout à côté des couches régulières de brèche non modifiée, on voit des crevasses irrégulièrement dilatées et ramifiées parcourir de bas en haut les escarpements verticaux du dépôt, de même que nous en avons vu ci-dessus dans le calcaire près du télégraphe de Sorrento. La surface de ces fentes est inégale et déchiquetée, et à côté d'elles la roche est remplie de petites cavités irrégulières scoriacées et de rides vésiculaires, et paraît comme calcinée à une certaine distance. La stratification disparaît ; la roche se divise en massifs prismatiques ; les fragments composant la brèche perdent leurs couleurs distinctives, blanchissent et se confondent enfin dans une vraie dolomie semi-cristalline. Vers les sommets des rochers, l'action modifiante devient plus forte, et c'est ici, sur le bord occidental du ravin, que j'ai trouvé la *brèche complétement dolomisée*, imitant les formes découpées et pointues des dolomies en général.

A l'extrémité occidentale du plateau d'Agerola, au point appelé *Punta di Ranco* (*h* de la carte), j'ai trouvé d'autres preuves des modifications récentes subies par la brèche. On y voit un rocher de brèche appuyé au N.-O. contre un escarpement de calcaire ancien, mais isolé des autres côtés, et saillant dans une position dominante semblable à celle qu'occupe le dépôt de brèche décrit ci-dessus, dont le rocher n'est en effet qu'un lambeau séparé par un profond ravin. Dans ce lieu, le calcaire crétacé est dolomitique, cristallin, de couleur gris de fumée ; il est homogène et dur, et stratifié en couches horizontales ou inclinées de $< 3^{\circ}$ N.-O. Une faille perpendiculaire, dirigée sensiblement au N.-N.-E., sépare cette roche de la brèche. Celle-ci est disposée en couches très irrégulières, dirigées pour la plupart au N.-N.-E. et inclinées de $< 20^{\circ}$ E.-S.-E., quoique certaines couches au pied oriental du rocher soient inclinées à l'E.-N.-E. Les couches sont alternativement dures et incohérentes, et sont traversées verticalement par des plans endurcis, parallèles et dirigés au N.-N.-O. Cette disposition singulière produit sur la face occidentale un réseau d'assises saillantes entre-croisées et séparées par des cavités irrégulières, ce qui a fait donner au rocher le nom de *Rotto biscotto* (biscuit cassé). La brèche est composée de morceaux de calcaire ou de dolomie foncés, semblables à la roche contre laquelle le dépôt est appuyé et sur laquelle il repose. Les fragments anguleux de toutes les grandeurs, depuis celle de la tête jusqu'à celle d'un grain de

sable, sont entremêlés sans distinction et sont réunis sans ciment apparent. Ce défaut de ciment fait qu'il y a de nombreux interstices vides entre les fragments, qui paraissent quelquefois comme *soudés* ensemble sur les points de contact. Cette sorte d'agglomération devient si complète dans quelques parties de la brèche, que la structure brécheuse disparaît, et que la roche devient alors une dolomie homogène et cristalline; d'autres parties du rocher sont moins cohérentes, les fragments s'écroulent et laissent entre les parties endurcies de grands vides. L'endurcissement de la roche s'observe tantôt sur les plans des couches qui sans cela seraient peu distinctes, tantôt sur des plans verticaux qui ressemblent à des filons, mais qui correspondent sans doute à d'anciennes fentes. Ces assises verticales sont formées de la même matière que les couches. Le toit d'une grotte, qui sert de hangar au vigneron propriétaire du rocher, est formé d'une assise peu épaisse de calcaire homogène semi-cristallin. La masse gris clair ou blanchâtre de la roche est tachetée de flammes allongées, d'une couleur plus foncée, et remplie de vides à surfaces scoriacées, également allongés dans le sens des plans de la couche. Ces plans sont très âpres, hérissés, scoriacés, et des fragments noirs de la brèche environnante sont enveloppés dans cette scorie calcaire. Bref, cette assise calcaire ne ressemble à rien autant qu'à une nappe de lave, sauf la couleur, et toute personne, qui aurait sous les yeux les échantillons que j'en ai recueillis, ne douterait pas de la *fluidité ignée* qu'a présentée ce calcaire à une époque peu reculée. Les couches incohérentes intercalées dans la brèche consistent quelquefois en un sable dolomitique gris-brun; d'autres couches olivâtres sont de vrais tufs volcaniques. C'est au pied horizontal du rocher, au-dessous de la brèche, que le tuf s'observe le mieux. Là il contient des ponces à ryacolites, de petits fragments de *charbon de bois*, et des espèces de *Cyclostoma* qui se trouvent aussi dans un calcaire tufacé blanc et terreux, réunissant des ponces jaunes et des fragments de calcaire noir. Au-dessous de ce tuf calcaire et liée à lui par des passages insensibles, il y a une matière spongieuse, boursouflée, blanche, très légère et remplie de grands vides vésiculaires; probablement cette matière résulte de la fusion d'un calcaire d'eau douce contenant des ponces.

V. *Disposition des tufs volcaniques et des brèches.*

Puisque les tufs et les brèches sont disposés en général dans les vallées et dans les bassins renfermés entre les montagnes calcaires, il s'ensuit que le relief de la péninsule fut en grande partie formé *avant* le dépôt du terrain pliocène récent. Aussi les dislocations

signalées ci-dessus dans les terrains crétacé et éocène ne paraissent point avoir affecté les dépôts plus modernes de la péninsule, qui sont fréquemment disposés horizontalement sur les têtes des couches plus anciennes ; d'autre part, les observations sur la dolomisation des brèches prouvent que la péninsule a subi, *postérieurement* à la formation de ces dépôts, une catastrophe qui fut sans doute accompagnée de nouvelles dislocations, quoique les couches n'aient pas été en général redressées à cette occasion.

La discordance du tuf volcanique et des terrains antérieurs s'observe d'une manière distincte au voisinage de Massa. Au bord du ravin qui sépare les montagnes de Santa-Maria et de Schiazzano, les schistes du macigno, redressés et colorés en rouge et en vert, sont couverts en stratification transgressive par le tuf volcanique horizontal. Ce dernier consiste supérieurement en un banc de tuf violet, solide, et inférieurement en un banc de tuf rouge contenant des fragments de tuf violet, fait qui prouve que ce tuf s'est formé à plusieurs intervalles, ce qu'on voit aussi dans le ravin de Sorrento. Au sommet de la montagne de Santa-Maria, le calcaire est creusé singulièrement comme par l'action des vagues, et le tuf terreux rouge a pénétré dans ces cavités au-dessous des bancs calcaires. A Vico, on voit également, à côté de la chaussée, le tuf remplissant les érosions sur la surface du calcaire. La grotte près du télégraphe de Massa, décrite plus haut, présente un fait décisif pour l'âge de la catastrophe qui en a été l'origine ; au milieu des parties entrelacées du calcaire et du macigno, il y a à une certaine hauteur un trou rempli de couches horizontales de tuf volcanique ; en bas, on trouve de la terre brune, puis du tuf gris clair à grains fins ; ensuite, des galets de calcaire et de macigno mêlés avec du tuf ; enfin, du tuf jaune avec de petites ponces arrondies. Au fond de la gorge de la Ferriera, il se trouve un petit dépôt de tuf ponceux gris clair, contenant de simples ponces jaunes très semblables au tuf, qui, dans le ravin de Vico, supporte tout le dépôt des autres tufs jaunes, violets et rouges ; ainsi, l'ouverture de ces ravins au milieu des calcaires est antérieure aux tufs les plus anciens.

Les brèches et les conglomérats sont disposés de la même manière que les tufs volcaniques. Dans les niveaux inférieurs, le long des côtes et des vallées, ces dépôts se trouvent, tantôt en amas irréguliers remplissant les cavités dans les calcaires, tantôt stratifiés en bancs horizontaux et alternants avec les tufs ; sur la côte amalfitaine, il se forme encore de nos jours un conglomérat grossier qui pénètre dans toutes les crevasses des dolomies, et qui est quelquefois agglutiné et suspendu sous les voûtes des cavernes traversées par les vagues.

A un niveau supérieur, 200 à 300 pieds environ au-dessus de la mer, on voit quelquefois des bandes étroites et horizontales de conglomérat, qui sont suspendues à une certaine hauteur au-dessus des vallées, formant une espèce de corniche agglutinée aux parois calcaires (ravins de la Rova et de Pacognano); la grotte dolomitique des Capucins, à Amalfi, est décorée prés de la voûte d'une pareille corniche, qui sert à supporter les images des douze apôtres.

Quant aux brèches de San-Andrea, d'Agerola et de Santa-Maria-Castello, nous avons déjà vu qu'elles sont inclinées de 10 à 20 degrés; cette circonstance ne prouverait point, en elle-même, un redressement; mais, quand les dépôts inclinés se trouvent élevés à de grandes hauteurs, placés sur des positions dominantes, et modifiés par des actions ignées, on doit naturellement penser que ces accidents ont été produits par une même catastrophe. A cet égard, la position de la brèche de Santa-Maria est d'un grand intérêt; au sommet de la gorge de Positano, ce dépôt forme un escarpement de 50 pieds de hauteur, d'où saillissent les affleurements déchirés des couches, qui laissent entre elles de grands vides irréguliers servant d'abri aux troupeaux de la montagne. La gorge élevée qui, de ce point, descend vers Positano, suit, en grande partie, les limites, dirigées N.-S., entre le calcaire non modifié et le calcaire dolomisé; du côté oriental, la brèche repose sur le calcaire gris-clair, à cassure conchoïde, stratifié en assises régulières (dir. N. 10° E., inclin. $<$ 10° N.-N.-O.); du côté occidental, le calcaire est, dans la partie supérieure, blanc, esquilleux, massif et prismatique, pendant que plus bas la roche devient brécheuse et se divise en bancs verticaux, parallèles au ravin. Ce recouvrement transgressif de la brèche sur le calcaire dolomisé, prouve que la dolomisation, dirigée N.-S., est dans ce lieu antérieure au terrain pliocène récent. Depuis la formation de la brèche, la partie supérieure de la gorge doit s'être écroulée en même temps que la brèche s'est soulevée et redressée.

Les tufs volcaniques, étant en grande partie contemporains des brèches, ont dû souffrir de la même catastrophe qui atteignit celles-ci. Aussi, quoiqu'il paraisse que cet événement n'ait point en général donné lieu à des redressements de couches, et quoique la nature des tufs présente de grandes difficultés à la recherche des dislocations qu'ils ont subies, j'ai réussi à trouver dans la vallée de Vico des preuves incontestables du dérangement de ces dépôts. Près de Vico, les bancs horizontaux des tufs ne présentent aucun indice de dérangement; tout au plus les escarpements abruptes qui bordent le ravin, et les niveaux quelque peu différents où se trouve le tuf violet des deux côtés de la vallée, font-ils soupçonner quelque dislocation

postérieure au dépôt tufacé. Mais, quand on avance dans le ravin, le tuf ponceux gris qui en remplit le fond disparaît, et le ruisseau se trouve rétréci entre de hautes murailles calcaires, au sommet desquelles est placé le village de Pacognano; puis tout à coup la gorge tourne à gauche et s'élargit pour former un bassin allongé, renfermé également entre des escarpements calcaires, dirigés ici au N. 80° O. ; le calcaire est stratifié en assises inclinées $<$ 15° O., et divisé par des fentes verticales en massifs quadrangulaires qui saillissent à l'entrée du bassin. Ce bassin (point *f* de la carte) a été rempli par un dépôt de tuf brun, volcanique, dont la plus grande partie a été emportée par la débâcle qui a dû accompagner l'ouverture de la gorge par où s'échappaient les eaux du bassin. Le tuf contient beaucoup de fragments calcaires, et passe ainsi à un vrai conglomérat; quelques-unes des couches sont arénacées et paraissent composées de sable fin, ryacolitique, de même qu'il s'en trouve dans le dépôt de Vico; entre ces couches arénacées il y a de minces trainées de *charbon*. Ces couches tufacées, ailleurs horizontales, sont redressées sur deux points différents du ravin, où les couches arénacées, aussi bien que le conglomérat, sont courbées en haut de manière à devenir *verticales ;* les têtes supérieures des couches redressées se confondent dans un amas de tuf non stratifié, qui passe supérieurement à un conglomérat stratifié en bancs *horizontaux*. La direction des couches verticales est N. 10° E., direction qui, selon M. Dufrénoy (1), prédomine dans les soulèvements du tuf des champs Phlégréens. Il est bien remarquable que la loi du parallélisme des soulèvements contemporains ait pu s'exercer si distinctement dans le bassin étroit de Pacognano, qui est, comme je viens de le dire, enfoncé entre des escarpements calcaires préexistants et ayant une direction toute différente.

Les observations précédentes prouvent que, depuis la formation des brèches et des tufs, il y a eu de grands changements dans la géographie physique de la péninsule. Dans la recherche de ces changements, il faut distinguer le redressement et les dislocations *locaux* des dépôts du changement de niveau *général*, qui paraît avoir eu lieu à peu près à la même époque dans toute la partie avoisinante de l'Italie. On a remarqué que les tufs volcaniques de la Campanie, qui s'introduisent bien loin dans les vallées des Apennins, ne montent sur les flancs des montagnes qu'à une certaine hauteur, élevée à 1500 pieds environ au-dessus de la mer actuelle. Les couches coquillières de l'île d'Ischia et le tuf ponceux à Serpules de la Somma,

(1) *Mémoires*, t. IV, p. 253.

s'élèvent à la même hauteur (1). Ainsi la position élevée des brèches d'Agerola, de la Scala et de la Trinita, du tuf violet de Santa-Agata et des tufs rouges disséminés sur toutes les montagnes de la péninsule, n'est point un fait isolé; au contraire, les dépôts pliocènes récents de la Sicile, élevés à des hauteurs de 2000 à 3000 pieds, font penser que toute l'Italie méridionale a participé à ce changement de niveau. Les marques du battement des vagues que j'ai observées en plusieurs points élevés de la péninsule prouvent le même fait; ainsi le calcaire du sommet du petit Monte San-Angelo, près de Sorrento, et celui sur la route de Picciano à Santa-Maria-Castello, points situés à peu près à 1500 pieds de hauteur, sont lissés et creusés par *l'érosion des vagues* (2); plus haut, ces traces de la mer disparaissent, et je n'en ai point vu sur les sommets les plus élevés de la péninsule. S'il était ainsi prouvé que la mer montait, à une époque peu reculée, jusqu'à 1500 pieds de hauteur sur les montagnes de la Campanie, les dépôts redressés au-dessus de ce niveau, comme la brèche de Santa-Maria, attesteraient un soulèvement local; car il n'est guère probable que les brèches se formaient originairement dans des situations très élevées au-dessus de la mer.

Quant aux dépôts des niveaux inférieurs, on ne peut pas non plus supposer qu'ils auraient été formés à de grandes profondeurs, pendant que se déposaient à fleur d'eau les couches présentement élevées sur les flancs des montagnes. Au contraire, la plupart de ces dépôts contiennent du calcaire d'eau douce et des coquilles terrestres, et ont l'apparence d'être formés dans des bassins lacustres dont les barrières ont été depuis brisées et enlevées. Même les tufs volcaniques, qui paraissent, comme ceux de Sorrento et de Vico, s'être déposés dans des baies sous-marines, semblent avoir été formés à une petite profondeur; les couches de ryacolites et de sable volcanique que renferment ces tufs, se forment encore tous les jours par l'action des vagues sur la plage de Sorrento. Ainsi, je pense, avec M. Scacchi (3), que ces dépôts se formaient pendant le soulèvement lent et progressif qui a fini par établir le niveau actuel de la mer. La catastrophe qui a dérangé quelques-unes des brèches et des tufs, et qui a produit

---

(1) Abich, *loc. cit.* — Scacchi, cité par Murchison, *Mém. sur les roches volcaniques de l'Italie*, p. 29.

(2) Il n'est pas sans intérêt de noter que, dans la dernière localité, les surfaces lissées sont déjetées par de petites failles évidemment postérieures à l'érosion du calcaire.

(3) Murchison, *loc. cit.* Je regrette de n'avoir pu consulter l'ouvrage de M. Scacchi sur les environs de Naples.

une partie des dolomies, arriva, selon moi, après l'émersion de la plus grande partie de la péninsule actuelle. Sans doute la configuration du pays a été largement altérée à cette occasion; les montagnes placées au sud du plateau d'Agerola ont dû s'écrouler ou s'affaisser, la vallée de la Cara a dû s'affaisser du côté oriental et s'élever du côté opposé; les ravins étroits s'ouvrirent dans les brèches et dans les tufs, les lacs s'écoulèrent et les falaises abruptes de la côte se présentèrent à l'attaque des vagues. Depuis cet événement, quelques-uns des tufs et des conglomérats ont probablement été remaniés et disposés en nouvelles couches horizontales; ainsi on peut trouver dans les niveaux inférieurs des dépôts *quaternaires* qui n'ont souffert aucun dérangement, comme le prouve le conglomérat horizontal recouvrant les tufs dérangés dans le bassin de Pacognano.

VI. *Formation dolomitique.*

J'aurais pu réunir ici tous les faits, relatifs à la dolomisation des calcaires et des brèches, dispersés dans ce mémoire, ainsi que la description des formes extérieures des dolomies et des passages qui s'observent à chaque pas entre ces roches et les calcaires; j'ai préféré donner ces détails en connexion avec les divers terrains modifiés, en me réservant de présenter ici quelques remarques sur le même sujet.

D'abord, il est évident qu'il y a dans la péninsule au moins deux formations distinctes de dolomies. Les brèches, que j'ai appelées calcaires, méritent en beaucoup de cas plutôt le nom de *brèches dolomitiques*, puisque les fragments dont elles sont composées sont souvent des dolomies prononcées. La pâte même de quelques-unes de ces brèches est souvent aussi cristalline que les morceaux qu'elle réunit, et paraît quelquefois être formée de sable cristallin dolomitique dont les grains seraient cimentés par l'effet des sources calcaires, qui ont en d'autres lieux déposé les travertins. Or, ces brèches, formées ainsi en grande partie des fragments de la dolomie ancienne et alternant avec les tufs volcaniques, sont à leur tour changées en dolomies, transformation qui devait naturellement s'opérer plus aisément dans les brèches composées de fragments de dolomie que dans les brèches simplement calcaires. Donc, il y a eu deux époques de dolomisation; l'une *avant* le dépôt des tufs volcaniques, l'autre *après* ou *pendant* la formation de ces mêmes dépôts. La date de la dernière catastrophe est suffisamment fixée par l'âge récent des couches qu'elle a affectées; ceux de la première dolomisation est plus incertaine, à cause de l'absence, dans la péninsule, de couches

miocènes et subapennines; ainsi ce n'est que par déduction qu'on peut deviner la date de cet événement géologique, sans doute beaucoup plus étendu et plus important pour la configuration de la péninsule que ne le fut la dolomisation postérieure (voyez la fin du mémoire).

En parcourant la partie orientale de la péninsule, on est souvent frappé de voir des massifs de *dolomie bréchiforme* au milieu des dolomies homogènes et éminemment cristallines. Ce phénomène est produit de deux manières différentes : les unes sont des dolomies originairement brécheuses, c'est-à-dire qu'elles devenaient brécheuses lors de leur formation même, par l'effet du fendillement de la roche transformée en dolomie; les autres étaient originairement des brèches, et furent plus tard modifiées ou dolomisées. Dans les deux cas, la roche est plus ou moins altérée, et sa structure bréchiforme est plus ou moins effacée, selon l'intensité de l'action plutonienne qui finit par confondre toutes les variétés dans une dolomie homogène.

Sur la côte méridionale, entre Atrani et Minuri, j'ai vu de singuliers mélanges de brèche non modifiée et de dolomie bréchiforme, et des passages réitérés entre ces roches. A l'entrée orientale d'Atrani il y a une belle coupe de dolomie bréchiforme. Dans une pâte gris-clair, semi-cristalline, on voit des fragments noirs suspendus, sans se toucher; ces fragments sont tantôt anguleux, tantôt fendus sur les bords ou pénétrés par la pâte qui les réunit; quelques-uns sont entourés d'une auréole de cristaux blancs de dolomie, qui tapissent leurs surfaces et pénètrent dans les fentes des fragments. En suivant la chaussée vers Minuri, on voit d'abord la dolomie traversée par des fentes et des crevasses innombrables; sur les côtés de celles-ci la roche devient plus cristalline et en même temps moins cohérente, à cause de l'écartement des cristaux entre eux; les surfaces des crevasses présentent une apparence âpre et scoriacée, ou bien on y voit des mamelons arrondis, plus durs, saillir en dehors de la dolomie arénacée, en partie enlevée par l'action atmosphérique; les parties les plus solides de la roche sont bréchiformes, à morceaux anguleux suspendus dans une pâte dolomitique. Plus loin, la chaussée est côtoyée par du calcaire noir à pétro-silex (incliné $< 30°$ S.-S.-E.); puis tout à coup la roche est traversée par des fentes verticales rapprochées; dans l'intervalle de ces fentes la stratification du calcaire s'observe d'abord indistinctement; le fendillement devient ensuite dominant, et la roche se transforme en dolomie brécheuse, formée probablement par l'introduction d'une pâte cristalline gris clair entre les fragments noirs du calcaire. La même dolomie brécheuse s'introduit aussi comme un banc irrégulier ou filon entre les couches

calcaires qui, du côté opposé, aboutissent à ce point de transformation.

La dolomie brécheuse se transforme de son côté, soit en dolomie homogène, de couleur blanche ou gris-foncé, soit en brèche dolomitique, formée de fragments grossiers entassés sans ordre et en apparence sans ciment, à moins qu'ils ne soient soudés entre eux par l'effet de la chaleur. Dans une coupe plus près de Minuri, la surface de la dolomie est scoriacée et passe insensiblement à la brèche, laquelle, à son tour, renferme, vers le sommet de la pente, de petits rochers saillants de dolomie brécheuse semi-cristalline; on dirait des mamelons de trachyte s'élevant au milieu des scories trachytiques de quelque ancienne éruption. Dans ce lieu, la brèche est légèrement entremêlée de terre rouge volcanique, ce qui fait voir sa connexion avec les brèches stratifiées.

Entre Castellamare et Capo d'Orlando, j'ai observé une éruption dolomitique analogue. Au milieu des bancs calcaires, inclinés assez régulièrement vers le nord et exploités dans de grandes carrières, s'élève un petit massif de dolomie, près duquel la stratification disparaît. Le long d'une fente verticale la roche est incohérente et arénacée, faisant passage sur les côtés à une dolomie saccharoïde plus solide. La partie supérieure du rocher, situé sur la même pente, est formée de *scories dolomitiques* de couleur ocracée, entassées à une grande hauteur; au sommet de ce rocher il y a une petite grotte, dont les parois sont formées d'un côté de dolomie solide cristalline, de l'autre côté d'une dolomie brécheuse. La dernière contient des fragments anguleux de calcaire gris compacte, et d'autres de dolomie gris-brun, semi-cristalline, dispersés dans une pâte de dolomie blanche, espèce de brèche qui passe insensiblement à la dolomie homogène; les petits cristaux qui composent la roche sont séparés entre eux par des vides microscopiques. Cet endroit montre très bien la dilatation que doit éprouver la roche en passant de l'état amorphe à l'état cristallin. On doit attribuer l'élévation du petit rocher au-dessus du calcaire environnant uniquement à cette dilatation, puisque les couches, sur les côtés de la fente, ne sont d'ailleurs aucunement dérangées (1).

La formation des brèches est liée d'une manière intime à celle des dolomies. Les dolomies de la Péninsule ont été formées, selon moi,

---

(1) L'augmentation de volume qu'éprouve la dolomie en devenant cristalline a été parfaitement bien démontrée par mon savant ami, M. le professeur C. Brunner, de Berne, dans son *Aperçu géologique des environs du lac de Lugano.*

par la métamorphose de calcaires en grande partie *émergés*. Par une telle formation en plein air, la dolomie devait prendre un aspect plus volcanique, plus éruptif que si la transformation eût eu lieu sous une grande pression d'eau. Les vapeurs et les gaz ardents, qui forçaient leur passage à travers les calcaires échauffés, devaient faire explosion à la surface en jetant au loin les scories dolomitiques et les calcaires fracturés dont furent composées les brèches. En général, je pense que les brèches ne se forment habituellement que par suite de causes agissant sur les montagnes émergées, desquelles sont détachés les matériaux de ces dépôts ; par les convulsions sous-marines, au contraire, aussi bien que par l'action ordinaire des vagues, il doit en général se former des conglomérats ou des poudingues, les fragments étant promptement arrondis. Quant à certaines brèches non stratifiées que j'ai mentionnées en plusieurs localités, on voit clairement que le fendillement et la fracturation de la roche n'est que le précurseur de la dolomisation ; j'ai cité des exemples, où les fragments sont cimentés par l'introduction d'une pâte de dolomie cristalline ; en d'autres cas la transformation ne s'accomplit pas, et la roche fracturée reste dans l'état de fragments incohérents ou d'une brèche disposée d'une manière éruptive au milieu du calcaire stratifié, comme témoignage d'un essai non achevé de la nature.

Ainsi, à l'entrée occidentale de Majuri, une grande caverne, ouverte vers la mer et presque inondée par les vagues, a été formée par l'enlèvement d'une brèche calcaire, produite au milieu du calcaire noir stratifié par la fracturation des couches. Inférieurement, les fragments sont disposés sans ordre, et des blocs de toutes les grandeurs sont réunis par une pâte grise et terreuse, résultat de la trituration des fragments entre eux. Supérieurement, les morceaux sont allongés et se disposent en séries, en passant ainsi peu à peu au calcaire stratifié solide, qui forme le toit de la grotte. Un filon ramifié de travertin jaune s'étend du côte occidental de la grotte, en pénétrant au loin à travers les couches du calcaire noir. Selon la coutume des montagnards, empressés d'employer tous les coins de leur terre, on a profité de la caverne pour y construire une ancienne église, ruinée à présent par l'écroulement de la voûte et par les ravages de la mer.

Un autre exemple d'une dolomisation incomplète s'observe au sommet du Monte San-Angelo et dans la gorge de Positano. Le sommet de la montagne est formé d'un calcaire brécheux, nullement cristallin, semblable à celui de la grotte de Majuri, et ensuite de fragments noirs, cimentés par une pâte compacte gris-clair, ressemblant à de l'argile ou à de la boue solidifiée ; du côté nord-est les for-

mes de la montagne sont éminemment dolomitiques, tandis que du côté sud-ouest la stratification se fait distinctement remarquer. Aussi, en descendant vers Santa-Maria-Castello on ne voit que des couches à peu près horizontales de calcaire plus ou moins modifié, et en s'enfonçant dans la gorge escarpée, qui descend vers Positano, on est accompagné du côté est de calcaires noirs stratifiés; du côté occidental le calcaire est d'abord massif puis il devient extrêmement fendillé, et passe inférieurement à une roche brécheuse, semblable à celle qui constitue la cime du San-Angelo. Cette brèche est divisée en bancs verticaux, parallèles à la direction (N.-S.) de la gorge; plus bas la roche devient plus cristalline ; elle blanchit et se transforme enfin, vis-à-vis des grottes de Monpertuso, en une dolomie blanche, qui s'étend aussi du côté oriental de la gorge. Dans ce cas, on voit que l'action dolomisante s'est étendue jusqu'au sommet de la montagne, quoique la véritable dolomie ne se trouve qu'à un niveau inférieur. Selon l'analyse de M. Abich (1), le calcaire brécheux du sommet de Monte San-Angelo *n'est guère magnésien;* néanmoins il est très probable qu'il est disposé, comme la brèche de la gorge, en filon traversant le calcaire stratifié d'une manière éruptive, étant sans doute le produit de la friction mutuelle des massifs de montagnes et des éruptions gazeuses qui accompagnaient la formation des dolomies.

En résumant les observations sur la dolomisation, communiquées dans ce mémoire, je rappellerai que cette modification des roches calcaires s'étend toujours le long des fentes qui traversent les montagnes de bas en haut, et que l'effet ne se communique guère à de grandes distances de ces fentes. Fréquemment une même couche, composée de calcaire compacte, se transforme tout à côté en une dolomie prononcée; de même, dans les dolomies brécheuses, une pâte très cristalline renferme souvent des fragments de calcaire compacte, qui ne paraissent aucunement modifiés. D'autre part, j'ai observé dans les brèches dolomisées au voisinage d'Amalfi des morceaux de calcaire noir, qui devenaient poreux à la surface, tandis qu'ils étaient encore compactes dans l'intérieur. D'une manière semblable la dolomie s'est quelquefois développée au sommet de certaines pentes, sans que les couches inférieures soient affectées par cet accident (Agerola); en d'autres localités la dolomisation s'est emparée des parties inférieures d'un massif calcaire, sans que les parties supérieures soient complétement transformées (gorge de Positano). La dolomisation ne paraît point avoir essentiellement agi sur le redressement des

(1) Voy. l'analyse de cette roche au n° 2 de la note page 333.

couches, puisque les calcaires se transforment souvent en dolomies, sans que la stratification en soit sensiblement dérangée; en d'autres cas, il est vrai qu'on observe des dérangements locaux, causés sans doute par le changement de volume, lors de la fusion et de la cristallisation de la roche, ou par la tension des vapeurs agissant sur les roches semi-fluides; ainsi la dolomie ressemble encore, à cet égard, aux roches ignées, dont les éruptions sont parfois accompagnées du redressement des couches traversées, tandis qu'elles ne causent ailleurs aucun dérangement.

Quant à l'état de fusion où a été la dolomie, il paraît que la roche a été tout au plus dans un état visqueux ou pâteux, qui permettait aux couches modifiées de se fléchir, de s'entremêler et de pénétrer à de petites distances dans d'autres massifs. La seule localité où j'aie eu lieu de soupçonner un épanchement latéral de la dolomie est du côté gauche du ravin de la Ferriera, où j'ai observé à côté du sentier un épais banc incliné de dolomie, reposant dans une petite étendue sur un agglomérat de blocs dolomitiques anguleux. Sauf la couleur, on aurait pensé que c'était une lave prismatique recouvrant son lit de scories; toutefois ce recouvrement peut s'expliquer par une dilatation latérale de la dolomie. Les grottes qui se trouvent au-dessus de ce lieu, dans le même massif de dolomie, sont des vides arrondis, à surfaces lisses, semblables aux vides vésiculaires des laves. En effet, la plupart des grottes de la côte amalfitaine et de l'île de Capri ont l'apparence de grands vides vésiculaires; aussi je pense qu'elles ont servi de réservoirs aux gaz échauffés, développés durant la dolomisation, ce qui devait aisément donner aux parois de ces grottes une apparence de fusion, quand même la roche, à quelque distance, ne serait pas complétement transformée ou serait encore stratifiée. D'ailleurs il n'est point nécessaire de supposer que toutes les montagnes dolomisées aient été incandescentes; en beaucoup de cas la transformation a pu sans doute s'effectuer à une température moins élevée, produite par le passage des gaz suréchauffés. Car, selon toutes les observations, il n'y a pas de doute que des fluides élastiques n'aient été les principales causes de la dolomisation des calcaires de la Péninsule, effet qui s'étendait le long des fentes produites et élargies par la tension et par le passage des gaz; selon la nature chimique, la température et la tension des gaz, et selon la durée de ces causes modifiantes, les effets produits en chaque point devaient être différents.

Je n'ai pas besoin de m'étendre ici sur la controverse, assez ancienne, relative à l'origine et à l'introduction mystérieuse de la magnésie dans le calcaire dolomisé; je laisse à chacun le soin de tirer de

mes observations les conclusions à cet égard. Il suffit de dire que dans les dolomies de la péninsule le carbonate de magnésie se trouve effectivement dans la proportion atomique nécessaire pour former avec le carbonate de chaux un sel double, tandis que les calcaires non modifiés ne contiennent qu'une très faible quantité de la première substance. Ce fait important, constaté par M. Abich (1), ne permet pas d'expliquer la présence de la magnésie dans les dolomies d'Amalfi de la même manière que dans celles de Lugano. Dans cette dernière localité, il paraît, d'après les observations de M. Brunner (2), que la dolomie a été le produit de la transformation de calcaires magnésiens, qui contenaient, lors de leur dépôt, une grande quantité de magnésie, et n'avaient besoin que d'une température élevée pour devenir des dolomies cristallines. Mais comment pourrait-on admettre une telle hypothèse pour les dolomies de notre péninsule? Comment la dolomie de Minuri (n° 4) serait-elle produite par la transformation du calcaire contigu (n° 3), sans que la magnésie dût lui être ajoutée d'une manière ou d'une autre? De même, on ne peut pas supposer que le calcaire à Hippurites, changé en dolomie près de Tramonti, ait été très magnésien lors de sa formation, pendant que le calcaire hippuritique de Vico (n° 1) ne l'eût pas été.

VII. *Remarques conclusives.*

Parmi les dislocations observées dans la péninsule, celles suivant la direction N.-N.-O. sont les plus remarquables. J'ai décrit dans les environs de Sorrento plusieurs localités où le calcaire et le macigno

---

(1) Voici les analyses de M. Abich relatives aux roches de la Péninsule :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.
Carbonate de chaux	96,72	98,04	96,00	56,57	54,10
Carbonate de magnésie . . .	1,69	1,96	2,30	43,43	39,00
Oxyde de fer et alumine . .	0,32	0,00	0,00	0,00	0,94
Silice et bitume	1,00	0,00	0,00	0,00	5,25

1. Calcaire à Hippurites de Vico.
2. Calcaire brécheux de la cime du Monte San-Angelo.
3. Calcaire compacte stratifié, entre Minuri et Majuri, faisant passage à
4. Dolomie cristalline à gros grains.
5. Dolomie noire de Minuri, au passage entre la dolomie et le calcaire stratifié.

(2) *Aperçu géologique des environs du lac de Lugano*, Berne, 1851.

se trouvent disloqués par des failles dirigées N. 20° O. ; évidemment ces failles sont postérieures au terrain éocène ; d'autre part, il paraît que les mêmes dislocations sont antérieures au terrain pliocène, puisque le tuf volcanique n'en est point affecté. On est donc justifié de supposer qu'une partie des dislocations dirigées en N. 20° O. (ou à peu près), sont contemporaines à celles de la même direction signalées dans la Toscane par M. Murchison (1). D'après ce géologue, les fentes qui émettent dans la Maremma de Volterra les vapeurs chaudes contenant l'acide borique auraient été formées entre les époques éocène et miocène, lors de l'éruption de la serpentine, éruption qui aurait aussi produit les premières terres émergées de l'Italie. Les éruptions serpentineuses et les sources bouillantes de la Maremma sont placées sur une ligne de fractures et de soulèvements, dirigée N. 20° O., qui traverse l'axe des Alpes apuennes et le Monte Pisano, et aboutit au Monte Argentaro. Ces montagnes, isolées de la chaîne des Apennins, appartiennent au groupe de soulèvements, désigné par M. Savi (2), sous le nom de *chaîne métallifère*, à cause des veines métalliques qui, dans ce groupe, traversent les roches sédimentaires, sensiblement altérées par le passage de ces éjections ignées. N'est-il pas probable que le groupe du Monte San-Angelo, également isolé, également altéré par des actions plutoniennes, et traversé par des fentes de la même direction, appartient à une zone de soulèvements parallèle et contemporaine à la chaîne métallifère ?

A l'appui de cette opinion, je ferai remarquer que les dépôts subapennins manquent également dans la péninsule Sorrentine et sur les montagnes de la chaîne métallifère ; il est donc probable que pendant les époques miocène et pliocène la péninsule aura été une île émergée, comme le suppose M. Savi pour le groupe toscan. Une partie au moins de cette supposition est suffisamment prouvée par les ossements trouvés par M. Bertrand-Geslin (3) dans le tuf de Sorrento et par les coquilles terrestres et les morceaux de charbon que j'ai indiqués dans les tufs au-dessous des brèches. Remarquons de plus que la cime du San-Angelo et celle du Vésuve sont placées sur une ligne (A-V dans la carte) dirigé exactement au N. 20° O. Le prolongement de cette ligne passe par le sommet du Gran-Sasso, est

---

(1) Murchison, *Mém. sur les roches volcaniques de l'Italie*, etc., édition allemande, Stuttgart, 1851, p. 39, 47, 49.

(2) Savi. *Memorie geologische*, Pisa, 1838, p. 53.

(3) Dufrénoy, *loc. cit.*, t. IV, p. 252. Ces ossements lui ont paru en tout semblables à ceux qui existent dans les terrains subapennins.

peu éloigné des éruptions trachytiques des Monts Euganéens, et aboutit au terrain dolomitique de la vallée de Fassa. L'âge des dolomies de Fassa et du Monte San-Angelo, et celui du trachyte des Monts Euganéens, est également incertain, à cause de l'absence sur ces points de dépôts tertiaires modernes ; toutefois il est certain que ces roches sont toutes tertiaires. Pour le trachyte des Monts Euganéens, on pense qu'il est contemporain des filons trachytiques et métalliques de la Toscane et de l'île d'Elbe, c'est-à-dire qu'il est postérieur aux dépôts subapennins (1) ; quant à la dolomie du Gran-Sasso, je ne trouve point de détails sur son âge, mais il paraît qu'elle est contemporaine des dislocations observées par Pilla dans le voisinage (à Teramo), où des dépôts miocènes et pliocènes sont redressés fortement dans la direction N.-N.-O. (2). Ainsi, on trouve sur cette ligne de fracture, de même que sur celle de la chaîne métallifère, une succession de points de dolomisation, d'éruptions trachytiques et de phénomènes de volcans actifs, ce qui prouve que les fentes pratiquées dans la croûte terrestre à l'époque des éruptions de la serpentine ont livré passage depuis, à diverses époques, aux agents plutoniens, et restent ouvertes encore de nos jours (3).

Quant à l'âge des dolomies de la péninsule, j'ai déjà fait remarquer qu'il faut admettre deux époques de dolomisation, séparées par le dépôt d'une partie des brèches et des tufs volcaniques. Pour la première formation de dolomie, je pense qu'elle doit être contemporaine des modifications subies par les calcaires des Alpes apuennes, attribuées par les géologues italiens aux éruptions de granite, de trachyte et de fer, dont les filons traversent en plusieurs localités les dépôts subapennins. Ces filons sont dirigés pour la plupart dans le sens du méridien (4), direction observée également dans les dislocations des dépôts miocènes et pliocènes du Pisan (5). Dans les calcaires et les dolomies de la péninsule, j'ai signalé plusieurs dislocations et accidents qui suivent la même direction ; aussi les petites

---

(1) Pilla, *Saggio comparativo*, p. 104, 119.

(2) Pilla, *Saggio comparativo*, p. 104, 109.

(3) Les serpentines ne se trouvent que dans la zone toscane, qui se distingue encore de la zone du San-Angelo par sa richesse minérale et par la rareté relative des véritables dolomies cristallines, quoique les calcaires de cette zone soient d'ailleurs très modifiés et changés en marbres saccharoïdes. Il paraît que la magnésie a préféré, en Toscane, venir au jour sous la forme de silicate, tandis qu'elle se présente uniquement comme carbonate dans la zone du Monte San-Angelo.

(4) Pilla, *loc. cit.*, p. 112.

(5) Murchison, *Mém. sur les Alpes*, p. 139.

veines de fer, observées dans certains calcaires modifiés, contribuent-elles à appuyer mon opinion. La dernière dolomisation paraît en grande partie avoir suivi les fentes anciennes, puisque les dépôts modernes de la péninsule ont été redressés à cette occasion suivant des directions différentes ; ainsi la brèche dolomisée d'Agerola est redressée dans la direction N.-N.-O., celle de Santa-Maria-Castello est inclinée O.-N.-O., et le tuf vertical de Pacognano est dirigé N. 10° E.

Pour fixer l'époque des dernières éruptions gazeuses qui ont dolomisé la brèche, il faut d'abord se rappeler que ce dépôt est contemporain des tufs volcaniques des champs Phlégréens, regardés généralement comme appartenant au terrain pliocène récent. En effet, dans la ville même de Naples, le tuf repose sur les marnes bleues subapennines ; les sables jaunes, qui ailleurs forment ordinairement l'étage supérieur du terrain pliocène, ne s'y trouvent point, ce qui paraît confirmer l'opinion de M. Spada, que le tuf des champs Phlégréens et les sables sont des dépôts synchroniques. On sait que les tufs volcaniques de l'île d'Ischia sont couverts, jusqu'à la hauteur de 1550 pieds, de marnes coquillières très récentes; les coquilles marines appartiennent toutes à des espèces vivantes (1). La position élevée de ces dépôts modernes présente, comme je l'ai déjà fait observer, la plus grande analogie avec celle de la brèche contenant des espèces encore existantes de coquilles terrestres. Le travertin, dont la brèche est accompagnée, rapproche ce dépôt des calcaires lacustres de l'Italie centrale. Ces formations de calcaire d'eau douce se trouvent en général dans le voisinage des roches ignées et trahissent ainsi la connexion qui existe entre les sources calcaires et les éruptions ignées. Comme dernier effort d'une force plutonienne réprimée, les émanations d'acide carbonique continuent de traverser les fentes ouvertes lors du développement plus énergique de cette force; c'est pourquoi les dépôts principaux de travertin, dont quelques-uns continuent de se former encore, sont disposés en séries, qui suivent à quelque distance la direction de certaines dislocations plus anciennes. De cette manière, la chaine métallifère est accompagnée par les travertins de Colle, Volterra, Massa Maritima, Vignone, San-

---

(1) Scacchi, *Memorie mineralogische*, Napoli, 1845, p. 1. Les observations de Filippi, de Scacchi et d'autres géologues paraissent réfuter d'avance l'opinion de M. Spada sur l'âge du tuf volcanique d'Ischia, regardé par ce géologue comme antérieur au terrain pliocène, parce qu'il confond les marnes coquillières récentes avec les marnes subapennines (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e série t. XI, p. 72).

Filippo, Pitigliana et de Civita-Vecchia; la zone du San-Angelo comprend aussi les sources calcaires chaudes d'Abano, près de Padoue, les travertins élevés d'Ascoli et des monts Maduardi, ceux de Telese, de la Cava et de Pestum. Le dépôt d'Ascoli est très analogue à ceux de la péninsule Sorrentine, puisqu'il est formé de travertin et de poudingues à cailloux calcaires, et contient des coquilles terrestres et lacustres, ainsi que des ossements d'Éléphants, de Rhinocéros, etc. ; ce dépôt, épais de 100 mètres et élevé à la hauteur de 3678 pieds, se trouve disposé sur les sommets de plusieurs montagnes, qui sont séparées par de profondes vallées (1). Sans doute le dépôt d'Ascoli a souffert de la même catastrophe qui dérangeait la brèche et le tuf de la péninsule; de même le calcaire pliocène récent est visiblement redressé à Melazzo, en Sicile, et la *panchina*, espèce de travertin marin du même âge, se trouve disloquée aux environs de Volterra (2).

Les dépôts auxquels j'ai comparé la brèche appartiennent tous au terrain pliocène récent, ou, ce qui revient au même, au terrain alluvial ancien des géologues italiens (terrain quaternaire de M. d'Archiac). Si donc les dernières convulsions de la péninsule sont arrivées à la fin de l'époque tertiaire, on doit présumer qu'elles sont contemporaines de la révolution qui a donné, selon M. Savi, aux montagnes de la chaîne métallifère leur configuration actuelle. Les preuves de l'existence et de la date de cette catastrophe se trouvent spécialement dans la *brèche ossifère* du Monte-Pisano, qui contient des ossements de mammifères éteints, empâtés et brisés, entre des fragments anguleux, circonstance qu'on observe aussi dans la brèche de Cagliari. L'introduction de ces ossements entre les fragments n'a pu s'effectuer que pendant la catastrophe même qui causait la fracturation des calcaires (3). M. Savi pense que cette catastrophe a consisté dans un *affaissement* des bords des montagnes de la chaîne métallifère, pendant que leurs sommets étaient en même temps soulevés. Pour la péninsule Sorrentine, j'adopte d'autant plus

(1) Orsini et Spada, cités par d'Archiac, *Histoire des progrès de la géologie*, t. II, p. 799.

(2) En rapprochant, d'après Pilla et M. Savi, la brèche de la péninsule de la panchina de la Toscane, je ferai remarquer encore que, dans l'île d'Elbe, le dernier dépôt repose horizontalement sur les filons de granite et de fer, dirigés N.—S., étant ainsi, de même que notre brèche, postérieur à l'époque fixée par moi pour la première dolomisation (*Collegno*, cité par d'Archiac, t. II, p. 277, t. III, p. 386. Voyez *antè*, la disposition de la brèche de Santa-Maria.

(3) Savi, *loc. cit.*, p. 69.

volontiers cette opinion du savant professeur de Pise, que j'ai émis la même hypothèse relativement à la catastrophe qui a terminé dans le nord de l'Europe l'époque tertiaire.

A mon avis, la fracturation des montagnes de l'Italie à la fin de l'époque tertiaire est le même phénomène que celui qui, dans le Nord, a donné origine au *terrain erratique*, et je ne vois pas pourquoi ce ne serait pas une catastrophe identique qui aurait brisé les roches dans le sud et dans le nord. Au contraire, j'ai trouvé dans l'île de Moën les preuves de convulsions violentes, arrivées à la limite des terrains pliocène récent et erratique (1) ; aussi les brèches ossifères sont-elles généralement regardées comme synchroniques du terrain erratique. De même que les montagnes de la Scandinavie sont couvertes de blocs anguleux détachés de leurs places par des mouvements souterrains, j'ai observé près de Sorrento des blocs analogues de calcaire et de macigno, entassés les uns sur les autres ; seulement, en Italie, le moyen de transport des blocs du Nord a manqué, et les débris ont été réunis en place par des incrustations calcaires, au lieu d'être emportés au loin par les glaces.

---

(1) *Notice sur l'île de Moën* (*Bull*, 2e série, t. VIII, p. 532).

Table des observations sur la stratification.

Direction des couches.	Inclinaison des couches.	LOCALITÉS ET TERRAINS.
0	0	Torre di Chiunzo, au sommet du col; calcaire gris, dolomitique.
0	0	Monte Grande; calcaire couvert de macigno.
0	0	Monte Vicalvano; calcaire au sommet.
Variable.	3°—5°	Monte San-Angelo; calcaire au sommet et au versant méridional, incliné au N.-E., N. et N.-O.
Id.	Id.	Col de la Parata; calcaire gris. incliné au S.-O., O.-S.-O. et O.
Id.	Id.	Trinita della Cava; calcaire dolomitique, incliné en N.-O.; à la descente vers la Cava, incliné au S.-O.
Id.	Id.	Monte Scutolo et Arbore; calcaire à Hippurites, incliné au N.-O., N. et N.-E.
O.-E.	5 N.	Monpertuso, ou versant méridional du San-Angelo; calcaire corrodé.
	5-10 N.	Agerola, bord méridional du plateau; brèche pliocène.
	10 N.	Ticciano; calcaire gris clair.
	15 N.	Cetaro; calcaire.
	15 N.	Santa-Agata; macigno.
	15 S.	Trasajella, sur la route de Sorrente à li Conti; macigno.
	20 N.	Massa, plateau à l'est de la ville; macigno.
	30 N.	Castellamare; calcaire exploité dans les carrières.
	30 S.	Schiazzano, plateau; macigno.
	30 S.	Id.; macigno sur la route entre Punta di Ricotta et Caprile.
	45 N.	Descente de l'Ammarata vers Gragnano; calcaire celluleux.
	45 S.	Fond du ravin entre Schiazzano et Santa-Maria; grès du macigno.
	60 N.	Route de Monticchio à Santa-Agata; macigno redressé par une crête calcaire, dirigé N. 80° E.
	60 S.	Prajano; calcaire noir sur la route d'Agerola.
	— —	Monte Grande; fendillement du calcaire.
N. 80° O.	30 S.	Termini; macigno incliné vers le calcaire de Monte Santa Costanza.
	90 —	La Rova, montée vers le Monte Commune; macigno très contourné et désagrégé.
	— —	Id., ravin escarpé, entre le Monte Vicalvano et le Monte di Camaldoli.
	— —	Pacognano; moins profond dans le calcaire, contenant le dépôt de tuf redressé.
	— —	Sorrento; large crevasse dans le calcaire du petit Monte San-Angelo.
N. 75° O.	60 N.-E.	Doganaro, dans la vallée de Vico; schistes marneux verts du macigno.
N. 70° O.	5 N.-E.	Punta di Scutolo; calcaire au niveau de la mer.

Direction des couches.	Inclinaison des couches.	LOCALITÉS ET TERRAINS.
N. 70° O.	10° N.-E.	Monte San-Angelo, montée de Santa-Maria; calcaire fétide, gris foncé.
	15 S.-O.	Punta di Ricotta, montée vers Caprile; calcaire fétide.
	20 S.-O.	La Parata, descente vers le nord; calcaire brécheux (éocène?).
	30 S.-O.	Schiazzano; macigno sur le bord du ravin de S. Maria.
	— —	Monte Grande; plusieurs dislocations du côté nord vers Sorrento; crête calcaire au pied de la montagne, dans le macigno contourné et vertical.
	— —	(Vésuve, fentes ouvertes pendant l'éruption de 1834.)
N. 60 O.	10 N.-E.	Monte Scutolo; calcaire gris sur la chaussée près de Meta.
	15 N.-E.	Pantano, sur la descente du San-Angelo, vers Massa Equana; calcaire celluleux.
	20 N.-E.	Monte Vicalvano; calcaire au pied nord dans le ravin.
	30 N.-E.	Li Conti, sommet du col; macigno.
	60 N.-E.	Casa Storita, sur la montagne de Camaldoli; calcaire schisteux, noir (éocène?).
	60 S.-O.	Telegrafo, entre Sorrento et Massa; macigno à calcaire blanc et pétrosilex, dans le ravin près de la grotte.
N.-O.	10 N.-E.	Monte Commune; calcaire fétide, gris-brun.
	20 N.-E.	Id.; calcaire couvert de macigno cristallin, à cailloux de calcaire.
	20 S.-O.	Descente de l'Ammarata vers Gragnano; calcaire gris, esquilleux.
	30 S.-O.	Lo Serajo près de Vico; calcaire gris.
	30 S.-O.	Prajano, montée vers Agerola; calcaire noir, esquilleux.
	30 N.-E.	Erchia; dolomie semi-cristalline, à fossiles.
	60 S.-O.	Minuri; calcaire noir.
	80 S.-O.	Termini, route de Schiazzano; macigno.
N. 35 O.	15 S.-O.	Monte Ammarata, descente vers la Ferriera; calcaire.
	20 S.-O.	Monte Liberatore; dolomie noire et blanche, au pied nord.
N. 30 O.	30 S.-O.	La Cava; calcaire noir, alternant avec des marnes jaunes (éocène?), près de Goffre.
	45 N.-E.	Termini, église de Santa-Maria de Mitigliano; macigno reposant sur le calcaire.
	60 N.-E.	Fond du ravin entre Schiazzano et Santa-Maria; assise de calcaire brécheux au milieu des schistes contournés, éocènes.
	90 —	Li Conti; macigno redressé contre le calcaire horizontal du Monte Grande.
N. 20 O.	10 S.-O.	Ravin de la Ferriera; calcaire fendillé (coltellino).
	10 S.-O.	Conca, route de Furore; calcaire gris.
	15 S.-O.	San-Andrea; brèche pliocène.
	20 N.-E.	Agerola, Punta di Ronco; brèche dolomisée.
	30 N.-E.	Doganaro; schistes verts du macigno.

Direction des couches.	Inclinaison des couches.	LOCALITÉS ET TERRAINS.
N. 20° O.	60° S.-O.	Vico, fond du ravin au-dessus du pont ; calcaire gris foncé.
	— —	Dislocations du calcaire et du macigno à Monte Vicalvano, Monte Grande, Santa-Agata et Santa-Maria près de Massa.
N.-S.	10 O.	Monte San-Felice ; dolomie et calcaire gris, schisteux.
	10 O.	Conca ; calcaire gris, dolomitique.
	15 O.	Monte Ammarata ; calcaire à Hippurites au sommet.
	15 O.	Trasajella, près de Sorrento ; macigno.
	15 O.	Antignano ; calcaire des deux côté du ravin, dirigé N.-S.
	15 E.	Monte Grande, près du télégraphe ; macigno contourné.
	20 O.	Route de la Rova à Arbore ; alternance de marnes jaunes et de calcaire gris (éocène ?).
	30 O.	Monticchio ; calcaire dolomitique, pénétré de veines de fer.
	30 O.	Punta di Campanella ; calcaire gris clair.
	45 O.	Minuri ; calcaire noir, stratifié,
	45 O.	Nerano ; macigno.
	45 E.	Pontone, près de S. Agata ; macigno et calcaire, redressés à former une crête.
	— —	Sorrento, escarpement occidental du petit San-Angelo.
	— —	Massa Equana, route de Pantano ; enfoncement dans le calcaire, devenu blanc et calciné.
	— —	Positano, gorge montant vers S. Maria ; fentes parallèles dans la dolomie et filons de calcaire bréchéux.
	— —	Monte Scutolo ; fendillement du calcaire.
	— —	(Vésuve ; fentes ouvertes dans l'éruption de 1760.)
N. 20 E.	5 N.-O.	Sorrento ; calcaire près de l'église de San-Pietro.
	15 N.-O.	Santa Maria Castello ; brèche dérangée au sommet de la gorge de Positano.
	20 S.-E.	Agerola, Punta di Ronco ; brèche dolomisée, partie occidentale.
	45 N -O.	Majuri ; calcaire noir à côté de la grotte.
	45 N.-O.	Sorrento ; macigno appuyé contre le calcaire, près de Metrani.
N. 40 E.	5 N.-O.	Agerola, moulin de Votara ; calcaire gris, esquilleux.
N.-E.	10 N.-O.	Prajano, route de Positano ; calcaire gris, compacte.
	15 N.-O.	Agerola, moulin de Furore, au-dessous de la Votara ; calcaire gris et noir.
	30 N.-O.	Monte Commune ; calcaire fétide, gris-brun, arénacé.
	30 N.-O.	Capo d'Orlando ; calcaire schisteux à poissons.
N. 50 E.	30 N.-O.	Monte Santa-Costanza ; calcaire gris à Hippurites.
N. 60 E.	10 —	Deserto ; alternance de grès et de schiste du macigno, incliné S.-E. et N.-O.
	15 N.-O.	Ticciano ; calcaire gris clair.
	15 N.-O.	Capo di Sorrento ; macigno recouvrant le calcaire.

Direction des couches.	Inclinaison des couches.	LOCALITÉS ET TERRAINS.
N. 60° E.	15° N.-O.	Santa-Idora, près de la Cava ; schistes noirs et jaunes alternants.
	30 N.-O.	Monticchio, descente vers Punta di Ricotta ; alternance de grès et de schiste du macigno.
	45 N.-O.	Punta di Massa ; macigno contourné.
	45 N.-O.	Santa-Maria Castello ; calcaire à la montée de S. Angelo.
	— —	Telegrafo di Massa ; dislocation du calcaire et du macigno, grotte.
N. 70 E.	10 N.-O.	Sorrento ; calcaire près de Casola, sur le Petit S. Angelo.
	10 N.-O.	Santa-Maria Castello ; calcaire gris, couvert par la brèche.
	10 N.-O.	
	15 N.-O.	Monticchio, route de Punta di Ricotta ; macigno.
	15 N.-O.	Monte Falesio, descente vers Tramonti ; calcaire semi-cristallin.
	30 N.-O.	Santa-Maria di Massa ; macigno au bord du ravin.
	30 S.-E.	Sorrento ; macigno à Metrani, au pied du calcaire de Casola.
	60 S.-E.	Atrani, route de Minuri ; calcaire noir, à pétrosilex.
	90 —	Amalfi ; dolomie moutonnée ; stratification indistincte.
	90 —	Monticchio, route de Caprile ; macigno contourné.
		Pacognano ; tuf volcanique, redressé au fond du ravin.

M. Durocher fait la communication suivante :

Résumé d'un mémoire intitulé : Études sur la structure orographique et la constitution géologique de la Norwége, de la Suède et de la Finlande, par M. J. Durocher.

Dans le travail que j'ai l'honneur de présenter à la Société géologique et qui forme la 1re partie du tome VI (2e série) des Mémoires de la Société, je commence par décrire la structure orographique de la Scandinavie : les hautes montagnes de cette contrée, semblables à celles du Spitzberg, ne constituent point une véritable chaîne : elles offrent un ensemble de plates-formes à surface un peu ondulée et de sommités tantôt isolées, tantôt réunies par groupes. Les plus hautes protubérances se trouvent dans la partie méridionale de la Norwége, entre le 59e et le 63e degré de latitude ; on y voit des plateaux élevés de 1200 à 2000 mètres, et des pics aigus, dont la hauteur varie de 1500 à 2600 mètres. J'ai rectifié des idées inexactes qui avaient cours en géographie sur la liaison des divers massifs de montagnes de la Scandinavie, et j'ai exposé la disposition remarquable des plateaux

qui offrent des pentes très faibles du côté oriental, tandis que, du côté de l'Atlantique, ils se terminent par des escarpements très élevés et découpés par de profondes crevasses, dont l'entre-croisement a produit ces milliers d'îles et de presqu'îles, à flancs abruptes, qui donnent un cachet spécial aux côtes de la Norwége. Par suite de sa disposition en hautes plates-formes et de la rigueur du climat, une partie assez considérable de cette contrée s'élève au-dessus de la limite de la végétation arborescente, et est inhabitable : on y voit aussi des champs de glace et de neige plus vastes que dans le reste du continent européen. J'ai expliqué, d'ailleurs, la multiplicité des lacs en Scandinavie par le grand nombre des phénomènes de dislocation qui ont découpé les montagnes et produit des milliers de collines laissant entre elles des dépressions, dont les bords se sont conservés par suite de la dureté et de la faible altérabilité des roches granitiques de la Scandinavie.

Après cette étude orographique, vient une description géologique détaillée des cinq groupes de formations qui constituent le sol de la Scandinavie, et qui sont, d'après l'ordre d'ancienneté : 1° les terrains primitifs, ou cristallino-schisteux ; 2° les terrains de transition inférieurs, ou schistes semi-cristallins ; 3° les terrains paléozoïques (silurien et dévonien) ; 4° les terrains secondaires (jurassique et crétacé) ; 5° les terrains quaternaires (erratiques ou diluviens), et les terrains modernes, qui forment des dépôts superficiels.

Pour chaque groupe, j'expose les caractères pétrographiques et stratigraphiques ; j'indique les principaux fossiles qui s'y trouvent, puis je décris les roches ignées qui y sont enclavées, les minéraux qu'elles renferment, et les phénomènes qui ont eu lieu au contact des deux sortes de roches, massives et stratifiées.

Après ces descriptions, qu'il serait trop long d'analyser, j'ai déterminé les systèmes de dislocations qui ont redressé les terrains azoïques et paléozoïques (terrains primitifs et de transition) et qui ont produit les traits orographiques du nord de l'Europe. Cette détermination est basée sur l'examen des directions des principaux accidents du sol, sur l'étude stratigraphique des terrains et sur la comparaison des alignements d'un grand nombre de gîtes métallifères, principalement de mines de fer. J'ai observé les traces de plusieurs des systèmes qu'a fondés M. Élie de Beaumont ; puis, en suivant les principes de cet éminent géologue, j'ai été conduit à créer un certain nombre de nouveaux systèmes qui n'ont pas seulement une importance locale, mais dont j'ai pu reconnaître l'empreinte dans l'orographie et la stratigraphie d'autres pays de l'Europe, particulièrement

dans les Pyrénées et dans la presqu'île de Bretagne. D'ailleurs, j'ai été conduit à confirmer et à généraliser les lois que M. Élie de Beaumont a déduites de ses importants travaux sur les soulèvements des montagnes ; l'une de ces lois est relative à la récurrence des directions de systèmes séparés les uns des autres par de longs intervalles de temps; une autre loi consiste dans la tendance des systèmes de divers âges à affecter des directions orthogonales.

A ce mémoire est jointe une carte géologique de la Scandinavie, que j'ai tracée au moyen des meilleures cartes géographiques (celle de Forsell pour la Suède et de Munch pour la Norwége), et à l'aide des indications géologiques fournies par les cartes de MM. Hisinger, Keilhau, Murchison, de Verneuil et de Keyserling, conjointement avec mes propres observations. Dans l'exécution de cette carte, je me suis attaché à représenter aussi fidèlement que possible le relief du sol, qui, sur beaucoup de cartes, est figuré de manière à donner une fausse idée de la structure orographique de ces contrées. J'ai tracé les *sandasar* des Suédois, ou longues traînées de détritus, sables, graviers et blocs, qui se prolongent sur des étendues de plusieurs myriamètres à la surface de l'Uplande, de la Westmanie et de la Néricie. J'ai aussi distingué les portions de la côte qui se trouvent, les unes en voie d'affaissement, les autres en voie d'exhaussement. De plus, outre l'indication des roches et des principaux systèmes de dislocations, j'ai tracé cinq polygones métallifères à l'intérieur desquels sont groupées presque toutes les mines et la plupart des usines, que j'ai représentées par des signes conventionnels.

Cette carte offre aussi de nombreuses indications physiques et botaniques : elle fait connaître, en effet, les températures de l'air et du sol, ainsi que les déclinaisons magnétiques en un grand nombre de points; j'y ai marqué, en outre, le niveau inférieur des neiges permanentes, et les limites de végétation de diverses plantes, particulièrement des espèces végétales arborescentes ; ces limites dépendent, soit de la latitude, soit de l'altitude au-dessus du niveau de la mer.

Séance du 5 *janvier* 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DESHAYES.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice : *Journal des savants*, décembre 1856.

De la part de M. Forchhammer : *Bentheographische Karte des Meeres zwischen Tenedos und dem Festlande*, in-4, Kiel, 1856.

De la part de M. Ch. Martins : *La géographie botanique et ses progrès* (extr. de la *Revue des Deux mondes*, 1er octobre 1856), in-8, 36 p.

De la part de M. Giovanni Omboni : *Sullo stato geologico dell' Italia*, in-18, 164 p., Milan, 1856.

De la part de M. Joseph Prestwich :

1° *On the thickness of the London clay; on the relative position of the fossiliferous beds of Sheppey, Highgate, Harwich, Newnham, Bognor, etc.; and on the probable occurrence of the Bagshot sands in the isle of Sheppy* (from the *Quart. journ. of the geol. Soc. of Lond., for nov.* 1854), in-8, p. 401-454.

2e *On the origin of the sand-and-gravel-pipes in the chalk of London tertiary district* (from the *Quart. journ., etc., for febr.* 1855), in-8, p. 64-84.

3° *On a fossiliferous drift near Salisbury* (from the *Quart. journ., etc., for may* 1855), in-8, p. 101-112.

4° *On the correlation of the eocene tertiairies of England, France, and Belgium* (from the *Quart. journ., etc., for aug.* 1855), in-8, p. 206-246.

5° *On the boring through the chalk at Kentish-Town, London* (from the *Quart. journ., etc., for febr.* 1856), in-8, p. 6-14.

De la part de M. Viquesnel : *Voyage dans la Turquie d'Europe; atlas*, livraison 7e, 4 pl.

De la part de Don Antonio Aguilar : *Anuncio del eclipse anular y central que tendra lugar el* 15 *marzo de* 1858, in-8, 16 p.

Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences, 1856, 2e semestre, t. XLIII, nos 24 à 26.

Annales des mines, 5e série, t. VIII, 6e livr. de 1855; t. IX, 1re à 3e livr. de 1856.

Annuaire de la Société météorologique de France. Tables usuelles, f. 1-8.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. XII, nos 70 et 71, octobre et novembre 1856.

L'Institut, 1856, nos 1198 à 1200.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, 9e année, no 95, 5e année, novembre 1856.

Bulletin de la Société de statistique, des sciences natur. et des arts industriels du département de l'Isère, 2e série, t. III, livr. 3 et 4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, no 136.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (de Saint-Étienne); t. II, 1re livr., juillet, août, septembre 1856, avec atlas in-fo de 10 pl.

Annales de la Societé d'émulation du département des Vosges, t. IX, 1er cahier, 1855.

The Athenæum, 1856, nos 1521 et 1522; 1857, no 1523.

Neues Jahrbuch für mineralogie, etc., von K. C. von Leonhard und H. G. Bronn, 1856, 5e cahier.

Abhandlungen herausgegeben von der Seckenbergischen naturforschenden Gesellschaft, vol. II, 1re livr., 1856.

Memorias de la real Academia de ciencias de Madrid, tomo 3o, *Ciencias fisicas*; tomo 1o, parte 1a; tomo 4o, *Ciencias naturales*, tomo 2o, parte 1a.

Revista minera, t. VIII, dernière livraison de 1856.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. VI, no 9, diciembre de 1856.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1856, no 2.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlansch Indië, t. X; nouv. série, t. VII, livr. 1 à 6; t. XI, derde serie; t. I, livr. 1 à 3.

A l'occasion du mémoire de M. Sc. Gras, sur *la période quaternaire dans la vallée du Rhône et sa division en cinq périodes distinctes* (p. 207), lu dans la séance précédente, M. d'Archiac fait observer qu'il y a près de dix ans il avait déjà classé dans *cinq séries successives ou périodes* tous les phénomènes de l'époque quaternaire; quatre au moins de ces périodes correspondent à celles qu'a établies M. Gras, pour quelques-uns de nos départements. Les rapports de la *seconde* et de la *cinquième* époque, de cet auteur, avec le *premier* et le *cinquième* phénomène erratique du tableau de M. d'Archiac (1) sont de la dernière évidence, et il est facile de reconnaître les périodes deux, trois et quatre de l'*Histoire des progrès de la géologie* dans les époques troisième et quatrième de M. Gras. Sa *première époque* reste seule sans analogue jusqu'à présent.

M. Albert Gaudry fait la communication suivante :

J'ai l'honneur de communiquer à la Société, de la part de notre savant collègue de Milan, M. Omboni, un tableau qui devra être substitué à ceux du *Mémoire sur les terrains sédimentaires de la Lombardie.* On sait que ce mémoire a été inséré en 1855 dans le Bulletin de la Société. L'auteur croit aujourd'hui devoir opérer quelques changements pour l'âge auquel il a rapporté les terrains compris entre le lias et le verrucano. Ces modifications sont indiquées à la fin du traité que M. Omboni vient de faire paraître : *Sullo stato geologico dell' Italia.*

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, vol. II, p. 424, 1848. — *Bulletin*, 2e série, vol. V, p. 202, séance du 21 février 1848.

TERRAINS.	LOMBARDIE.	VÉNÉTIE ET TYROL ITALIEN.
ACTUEL.	1. Tourbières, dépôts des sources, des fleuves, etc.	Tourbières, dépôts des sources, des fleuves, etc., dunes, *caranto* de Venise, etc.
ERRATIQUE.	2. Dépôts irréguliers de sables, argiles, etc., et blocs erratiques. 3. Dépôts réguliers de sables, argiles, etc., à ossements de grands mammifères.	Sables, argiles, blocs erratiques, brèches et cavernes à ossements, etc.
TERTIAIRE supérieur et moyen.	4. Argiles et marnes de Varese, Nese et Leffe, avec des fossiles pliocéniques. 5. Grès et conglomérats des collines subalpines.	Marnes bleues, argiles, sables et mollasses. Grès, marnes, gompholites, etc., à Cérithes, et avec d'autres fossiles caratéristiques.
TERTIAIRE inférieur.	6. Mollasses de Romano, Vigano, etc., avec des fucoïdes. . . . . . . 7. Grès et conglomérats à Nummulites. | 8. Calcaires marneux à fucoïdes.	Conglomérats basaltiques à Nummulites du Vicentin, et calcaire marneux à poissons du Mont-Bolca.
CRÉTACÉ.	9. Calcaire marneux à Inocérames. | 10. Poudingue à Hippurites. . . . . . . 11. Calcaire psammitique, presque sans fossiles, de la Brianza. 12 et 13. Calcaires de Calco et de Airuno.	Calcaires marneux du groupe de la *scaglia*. Calcaire à Hippurites. Calcaire blanc argileux. Calcaire blanc, *biancone*, néocomien.
JURASSIQUE.	14. Marbre *majolica*. 15. Calcaire rouge ammonitifère de Erba, Induno, etc., et marbres de Arzo et Saltrio. 16. Cacaire gris silicifère. . . . . } *Dolomie supérieure.* 17. Calcaire noir, à veines spathiques. . . . } *Dolomie supérieure.*	Calcaire rouge ammonitifere. Marbres avec des fossiles. Calcaire gris, schistes liasiques et dolomie des Alpes vénitiennes et du Tyrol.
	17 *bis*. Calcaires à poissons et reptiles de Perledo, Iumachelle de Esino, sur le lac de Como, et calcaire du lac d'Iseo. 18. Schistes noirs, friables et fossilifères de Bene, Guggiate, val Brembana, etc. (*Groupe de Saint Cassian.*)	Groupe supérieur de Saint-Cassian dans le Tyrol méridional.
TRIASIQUE ET PERMIEN.	Calcaires, gypses et dolomies du mont San - Salvatore, de Limonta, Nobiallo, Gaeta., etc. Calcaires et grès bigarrés entre Regoledo et la vallée Sassina. Roches bigarrées (19 et 21), calcaires fossilifères (20), gypses, dolomies caverneuses et calcaires du groupe de la *dolomie inférieure* (22) des vallées Sassina, Brembana, Seriana, etc. Marnes bigarrées (*keuper*) Calcaire coquillier (*muschelkalk*. Gypse. Calcaire farineux (*rauchkalk*) et dolomie. Schistes. Grès bigarrés (*Buntersandstein*). } de Pezzaze et du lac d'Iseo.	Vrai groupe de Saint-Cassian dans le Tyrol. Marnes et grès bigarrés de Recoaro : *pietra verde*, etc. Calcaire coquillier de Recoaro, etc. Marnes bigarrées de Recoaro, etc.
	23. Grès rouges, quartzites, anagénites, etc., (*Verrucano*, *Rotheliegende*).	Calcaire sableux du Mont-Spitze, près de Recoaro. Grès rouge des Alpes vénitiennes et du Tyrol.
HOUILLER.	24. Schistes noirs, phyllades, etc., des vallées Brembana, Seriana, etc.	Quelques roches schisteuses des Alpes.

TERRAINS	PIÉMONT, SAVOIE ET LIGURIE.		TOSCANE ET ROMAGNE.
ACTUEL.	Dunes, alluvions, *panchina moderna* de la Toscane, tufs calcaires, travertins, *soffioni*, etc.		
ERRATIQUE.	Sables, argiles, blocs erratiques, brèches à ossements, tufs calcaires, poudingues, travertins anciens, *panchina* de Livourne, etc.		
TERTIAIRE supérieur et moyen.	Sables jaunes, marnes bleues et grès de l'Astésan, de la Ligurie, etc., à fossiles pliocéniques. Marnes, grès à fossiles mélangés du pliocène et du miocène, de Castel-Rocher, etc. Mollasses à fossiles du miocène, de Acqui, Novi, Mondovi, Ceva, Portofino, Cadibona, etc. Mollasses à fossiles miocéniques et calcaire concrétionné, à Nummulites, de la zone subapennine (Pareto).		*Panchina* de Volterra, Sienne, etc., sables jaunes, argiles et marnes subapennines (*mattaione*), cavernes ossifères, etc. *Panchina* ancienne, calcaires, gompholites, conglomérats ophiolitiques, grès schisteux, combustibles fossiles, etc.
TERTIAIRE inférieur.	Marnes, grés et calcaires à fucoïdes. Grès du *macigno*. Calcaire et grès à Nummulites. Schistes *galestrini* de la Spezia.	Schistes métamorphiques, phyllades, etc., de la Ligurie (Lavagna, etc.)	Calcaire *alberese* et groupe principal du *macigno*, calcaire nummulitique, schistes *galestrini* supérieurs, *pietra colombina* supérieure, etc.
CRÉTACÉ.	Marnes, grès et calcaires de différents endroits de la Ligurie. Calcaire jaune clair et dolomie de Nizza, et calcaire et marbre *portoro* de la Spezia.		*Pietra colombina* inférieure, *pietra paesina*, schistes *galestrini* inférieurs, calcaire *pietra forte*, etc. Calcaire gris foncé, à silex, des monts Pisans.
JURASSIQUE.	Schistes bigarrés (*varicolori*) et calcaire nummulitique de la Spezia. Calcaires de la Ligurie.	Terrain anthraxifère des Alpes, du Piémont et de la Savoie.	Schistes bigarrés (*varicolori*) et calcaire marneux de la chaîne métallifère. Calcaire gris clair à silex. Calcaire rouge ammonitique. Calcaire gris, marbres saccharoïdes, céroïdes, *mischi*, *brocatelli*, etc., du groupe *calcare-salino*.
TRIASIQUE.	Calcaires, dolomies, gypses et grès bigarré de la Ligurie.		Calcaire gris-foncé, sans silex, des montagnes de Pise, *bardigli* de toute la chaîne métallifère, calcaires de l'Alpe de *Corfino*, etc.
PERMIEN ? ET HOUILLER.	Anagénites, phyllades, etc., du groupe du *verrucano* de la Ligurie.		Anagénites, quartzites, phyllades, etc., du groupe du *verrucano* de la chaîne métallifère.

M. Delesse donne lecture, au nom de l'auteur, de la note suivante :

Notice sur la composition des eaux du Chelif en différents points du parcours de ce fleuve, par M. Ville.

Le Chelif, qui est la rivière la plus importante de l'Algérie, prend sa source dans le Djebel-Sidi-Habet, auprès de Tiaret, coule d'abord du S.-S.-O. au N.-N.-E., en traversant le plateau quaternaire du Sersous, pénètre dans le Tell, au pied de Boghar, et s'avance, en marchant du sud au nord, jusqu'à 26 kilomètres à l'ouest de Médéah ; il tourne alors brusquement à angle droit vers l'O.-S.-O., passe à Orléansville, traverse une vallée fertile qui s'élargit progressivement jusqu'au confluent de la Mina et du Chelif, se relève vers le N.-O., à partir de son confluent, pénètre dans le Dahra dont il coupe à peu près normalement toutes les crêtes principales, et se jette enfin dans la mer à 13 kilomètres N.-E. de Mostaganem, après un parcours total de 400 kilomètres environ.

La vallée du Chelif a une largeur très variable; au-dessus de Boghar, cette vallée est très peu encaissée ; les divers affluents qu'elle reçoit lui donnent la forme grossière d'une patte d'oie s'étalant dans des plaines immenses comprises entre Tiaret, à l'O., et le versant nord du Djebel-Amour, au S. Ces vastes plaines sont généralement sans culture. Les cours d'eau qui les traversent sont ordinairement à sec, mais, dans la saison des pluies, il tombe sur ces hauts plateaux et dans le massif du Djebel-Amour des quantités d'eau considérables qui s'écoulent en grande partie dans le thalweg du Chelif. Il en résulte alors des crues très fortes, qui charrient énormément de matières boueuses composées d'argile, de calcaire et de sables quartzeux en particules très fines. Si l'on établissait des barrages sur le haut Chelif et ses affluents, on pourrait retenir une partie plus ou moins considérable de ces eaux et de ces boues qui vont se perdre inutilement dans la mer, ou produisent des inondations désastreuses dans la vallée du bas Chelif. Ces eaux et ces boues convenablement aménagées dans le bassin du haut Chelif, seraient, au contraire, d'un grand secours pour l'agriculture, et permettraient de changer complétement l'aspect d'un pays inculte qui attriste le voyageur perdu dans ses immenses solitudes. C'est ce que l'administration a, du reste, parfaitement compris ; aussi l'on s'occupe dans les cercles de Boghar et de Laghouat de l'étude de divers projets de barrages, dont l'exécution amènera certainement une révolution toute pacifique dans les

habitudes nomades des indigènes disséminés dans la haute vallée du Chelif.

Au-dessous de Boghar, la vallée du Chelif est très encaissée et se compose d'une série de renflements et de rétrécissements successifs. Elle est d'une fertilité proverbiale ; aussi l'on y remarque de nombreuses et importantes cultures, qui pourraient encore être augmentées par des barrages convenablement établis. Depuis longtemps un projet de barrage a été proposé auprès d'Orléansville par M. le général du génie Tripier. Si ce projet était exécuté, il contribuerait puissamment au développement d'Orléansville qui manque d'eau pour ses cultures industrielles. Pendant la saison d'été, la basse vallée du Chelif, comprise entre Médéah et Mostaganem, ne présente aucun abri pour les voyageurs dévorés par un soleil brûlant. On n'aperçoit aucun arbre dans les plaines que l'on traverse. Mais que des barrages échelonnés dans la vallée permettent de dériver les eaux du Chelif et de ses affluents et de les faire circuler dans ses plaines à travers une multitude de canaux d'arrosage, et une transformation subite se fera dans la vallée. Des plantations verdoyantes et de nouveaux centres de population s'y élèveront comme par enchantement.

Une des premières conditions de l'hygiène domestique c'est d'avoir de l'eau potable de bonne qualité ; les terres et les bestiaux sont, à cet égard, moins difficiles que l'homme. On peut dire, d'une manière générale, que toute eau courante dont le goût n'est pas trop fortement salé convient aux premiers ; mais l'homme est plus difficile pour sa boisson. Il lui faut une eau renfermant certaines substances salines dans des proportions qui varient entre des limites assez faibles. Aussi l'on tient compte pour le choix de l'emplacement des villages de la proximité d'une eau potable de bonne qualité. Avant de fixer, d'une manière invariable, l'emplacement d'un nouveau centre de population, il ne serait pas inutile, sans doute, que l'analyse chimique fût appliquée aux diverses sources dont on pourrait disposer pour l'économie domestique des habitants ; il serait, en effet, avantageux de placer le centre de population auprès de la source que l'analyse indiquerait comme la meilleure.

Depuis longtemps nous nous sommes occupé des relations qui existent entre la qualité des eaux potables et la nature géologique des terrains qu'elles traversent. Nous avons reconnu, à cet égard, quelques lois générales que nous avons indiquées dans notre ouvrage intitulé : *Recherches sur les roches, les eaux et les gîtes minéraux des provinces d'Oran et d'Alger*. Ces lois se trouvent confirmées par les nouvelles analyses que nous avons faites depuis 1852, date de la publication de cet ouvrage. Nous allons aujourd'hui faire connaître

la composition des eaux du Chelif en différents points de son parcours, et l'on y trouvera la preuve de ce que nous venons d'annoncer.

NOMS DES SUBSTANCES.	Eau du Chelif recueillie le 26 octobre 1855, au gué du Ksar-Boghari avant une crue. 1.	Eau du Chelif recueillie le 29 octobre 1855, au gué du Ksar-Boghari après une crue. 2.	Eau du Chelif recueillie le 16 oct. 1848, au pont d'El-Kantara, à 20 kilomètres O. de Milianah. 3.	Eau du Chelif recueillie le 8 janvier 1855, auprès d'Orléansville. 4.
	p. 1000 gr.	p. 1000 gr.	p. 1000 gr.	p. 1000 gr.
Chlorure de sodium. . . .	2, 8990	3, 0716	0, 2836	0, 5120
Chlorure de magnésium. .	»	0, 3135	0, 1461	0, 0040
Chlorure de calcium. . . .	»	»	0, 0126	»
Chlorure de potassium . .	»	»	»	traces.
Total des chlorures. .	2. 8990	3, 3851	0, 4363	0, 5160
Sulfate de soude.	0, 7360	»	0, 4240	»
Sulfate de magnésie. . . .	1. 3700	0, 7785	0, 1006	0, 1980
Sulfate de chaux.	1, 5560	1, 0758	0, 0963	0, 2720
Total des sulfates. . .	3, 6620	1, 8543	0, 6209	0, 4700
Carbonate de chaux. . . .	0, 1000	0, 0940	0, 2543	0, 1500
Carbonate de magnésie. .	0, 0030	0, 0045	0, 0403	0, 0280
Total des carbonates.	0, 1030	0, 0985	0, 2946	0, 1780
Peroxyde de fer.	0, 0020	0, 0020	0, 0096	0, 0140
Silice gélatineuse libre. .	0, 0040	0, 0020	0, 0033	0, 0040
Matière organique.	indéterminée.	indéterminée.	indéterminée.	indéterminée.
Total des sels.	6. 6400	5, 3419	1, 3647	1, 1820
AUTEURS.	Ville.	Ville.	de Marigny.	Ville.

L'eau n° 1, recueillie le 29 octobre 1855, auprès du Ksar-Boghari, avant la saison des pluies, est très remarquable par la très grande proportion de matières salines qu'elle renferme. On y trouve 6gr,6400 de sels divers par kilogramme d'eau. Cette énorme proportion la rend impropre à tous les besoins de l'économie domestique. Cette eau ne dissout pas le savon, cuit mal les légumes; elle est à la fois indigeste et purgative, en raison de la forte proportion de chlorures et de sulfates qu'elle contient. Elle a aussi un goût légèrement salé, à cause des 2gr,869 de chlorure de sodium (sel de cuisine) qu'elle renferme. La composition de cette eau s'explique par la nature géologique des terrains que traversent le Chelif et ses affluents, en amont du Ksar-Boghari. Ces terrains sont formés généralement de vastes plaines appartenant à la période quaternaire, et se couvrent, en été, d'efflorescences salines où dominent le sel marin et des sul-

fates divers. Pendant nos excursions dans le cercle de Laghouat, nous avons reconnu que les terrains quaternaires qui s'y trouvent très abondamment répandus sont fort riches en dépôt de plâtre tendre, presque farineux et facile à traverser par les eaux d'infiltration. Ces terrains renferment aussi du sel marin à l'état de dissémination dans leur masse. Ce sel, enlevé par les eaux d'infiltration qui se rendent ensuite dans les lits des rivières, contribue, en grande partie, à la salure de vastes lacs salés connus sous les noms de Zahrez-Rharbi et de Zahrez-Chergui. Ainsi, le sel et le plâtre abondent dans les terrains quaternaires, le premier à l'état de dissémination, le second à l'état de dépôts plus ou moins considérables. Il n'est donc pas étonnant que des cours d'eau qui traversent ces terrains se chargent largement de sels solubles, alcalins et terreux, et que ces eaux soient, par suite, de mauvaise qualité pour les besoins de l'économie domestique. Nous ne voulons pas dire d'une manière absolue que toutes les eaux des terrains quaternaires devront être rejetées comme boisson ; mais il faudra faire parmi elles un choix pour lequel l'analyse chimique sera d'un très grand secours.

Le 29 octobre 1855, au matin, le Chelif roulait, au gué du Ksar-Boghari, une très faible quantité d'eau, dont on peut évaluer le débit tout au plus à un litre par seconde. Il est survenu dans la journée une crue d'un mètre environ de hauteur, qui a produit un volume d'eau dont on peut évaluer le débit à 100 mètres cubes environ par seconde. En tenant compte du poids des matières terreuses, supposées sèches, qui se trouvaient en suspension dans un litre de cette eau, nous avons calculé que chaque mètre cube d'eau roulée par le Chelif tenait en suspension 20 kilogrammes de matières terreuses.

Le Chelif roulait donc 2 tonnes de ces matières par seconde et 172,800 tonnes par vingt-quatre heures. En admettant qu'un mètre cube de ces matières pèse 2,400 kil., soit 2,40, les 172,800 tonnes correspondront à 72,000 mètres cubes, et, si on les entassait sur un hectare de terrain, elles produiraient un dépôt de $7^{m},20$ de hauteur. La crue dont nous parlons était une des plus faibles du Chelif. Les calculs qui précèdent donnent une idée de la grande quantité d'alluvions argilo-sableuses que le Chelif peut entraîner dans ses débordements. On sait, en effet, que ces alluvions arrivent jusqu'à l'embouchure du Chelif dans la mer et se répandent au loin au delà de cette embouchure.

L'eau du Chelif, après la crue du 29 octobre 1855, renferme encore une très forte proportion de matières salines, $5^{gr},3419$ par kil. d'eau filtrée. Si l'on compare cette composition avec celle de l'eau avant la crue, on se rendra facilement compte des différences. Le

tableau qui précède montre que ces eaux renferment principalement des chlorures, des sulfates et des carbonates, avec de petites quantités de fer et de silice gélatineuse.

La proportion des chlorures est plus forte après la crue qu'avant. La proportion des sulfates est, au contraire, plus petite, et la proportion des carbonates est à peu près la même. Tout cela s'explique par la nature des terrains quaternaires délayés par les eaux de pluie. Ces eaux coulant sur des efflorescences de sel marin et de plâtre ont dissous principalement le sel le plus soluble, c'est-à-dire le sel marin. La proportion des sulfates terreux est encore assez forte pour que l'eau du Chelif ne soit pas convenable pour les besoins domestiques, et, du reste, elle renferme assez de sel marin pour être légèrement salée au goût; mais, nous le répétons, cette eau qui serait mauvaise pour l'homme, serait excellente pour les terres. On peut dire d'elle qu'elle renferme deux espèces d'amendements :

1° L'amendement terreux en suspension ;

2° L'amendement salin en dissolution.

Elle présente donc un double avantage au point de vue agricole.

En aval du Ksar-Boghari, entre ce Ksar et la mer, l'eau du Chelif présente des différences de composition qui sont en rapport avec la nature des terrains traversés par les affluents nombreux qui se jettent dans le Chelif. Si les résultats constatés par les analyses numéros 3 et 4 sont confirmés par de nouvelles analyses, on peut dire que l'eau du Chelif s'améliore à mesure qu'on marche vers l'ouest, entre Milianah et Mostaganem. L'eau du Chelif recueillie au pont d'El-Kantara, renferme par kil. 1gr,3647 de matières salines, et, sans être d'une qualité excellente, peut cependant être employée dans les divers besoins de l'économie domestique. Or, entre Boghar et le pont d'El-Kantara, le Chelif a reçu des affluents considérables sortant du terrain tertiaire moyen et du terrain secondaire, et nous avons reconnu, à la suite de nombreuses analyses, que les eaux des terrains secondaires sont généralement plus pures et meilleures pour les besoins écomoniques que les eaux des terrains plus modernes. On s'explique ainsi pourquoi l'eau recueillie au pont d'El-Kantara est plus pure que l'eau recueillie au Ksar-Boghari. L'eau recueillie à Orléansville, le 3 janvier 1853, ne renferme par kil. que 1gr,182 de matières salines. Elle est encore plus pure que celle qui a été recueillie au pont d'El-Kantara. On peut expliquer ce fait par le mélange de l'eau apportée par les affluents nombreux que le Chelif a reçus entre le pont d'El-Kantara et Orléansville, et qui ont traversé le massif important des terrains secondaires s'étendant sur la rive gauche du Chelif.

Nous pensons que l'étude géologique du sol peut d'abord servir à prévoir, d'une manière générale, les propriétés des eaux courantes que l'on voudrait utiliser. L'analyse chimique devra être ensuite employée pour contrôler les prévisions de la géologie. Ce sont deux méthodes qui se prêtent un concours mutuel, et c'est pour indiquer la voie à suivre que nous avons rédigé la notice qu'on vient de lire.

M. de Roys fait, au nom de l'auteur, la communication suivante :

Volcans de l'Ardèche. — Origine de la chaleur et des principes minéralisateurs des eaux de Neyrac (Ardèche), par M. J.-B. Dalmas.

Les eaux thermales et minérales de Neyrac sourdent d'une roche de granite porphyroïde, dans un petit vallon de la commune de Meyras, près du confluent de la rivière du Vignon dans celle d'Ardèche. Leur bassin est situé à 300 mètres environ au-dessus du niveau des mers, et dominé à l'ouest par un vaste plateau des montagnes des Cévennes, dont l'altitude moyenne est de 1200 mètres. J'indiquerai les limites naturelles de ce grand plateau par quatre lignes droites, allant du sommet de la montagne du Tanargue (près Loubaresse) à la ville de Pradelles, et de là au sommet du Mézenc, de ce point à l'église de Lachamp-Raphaël, et de là enfin au mont Tanargue, point de départ.

Dominé par des pics très élevés, notamment par le mont Tanargue (1528 mètres au-dessus de la mer), par le Gerbier-de-Jonc (1575 mètres) et par le Mézenc (1756 mètres), ce plateau s'incline par une pente douce vers l'ouest jusqu'au bassin du Puy. Sur ce versant, la Loire et ses affluents, la Veyradère, le Gage, le Tauron et la Vernazon y décrivent des sillons sinueux et peu profonds ; mais à l'est sa pente devient subitement très rapide et très profondément déchirée par l'Ardèche et trois de ses affluents, le Vignon, la Fontaulière et la rivière de Burzet.

Ce plateau appartient tout entier au terrain cambrien. Le gneiss, qui en est la roche dominante, présente cette particularité, que le mica, une de ses parties constituantes, n'est ni jaune verdâtre, ni doux au toucher, comme dans le gneiss et les micaschistes qui se développent au sud du département, à partir des communes de Joannas et de Rocles, jusque sous les dépôts houillers de Banne et d'Alais, et, au nord, depuis celles de Lyas et de Saint-Cierge-la-Serre, jusque sous les dépôts houillers de Rive-de-Gier et de Saint-Étienne.

Ici le mica est rude au toucher, parfois jaune d'or ou blanc de nacre, et plus souvent brun de bronze, par suite du métamorphisme qu'il a subi au contact des roches ignées qui ont traversé ce plateau en tous sens et à toutes les époques géologiques.

En suivant l'ordre d'apparition successive des roches ignées, la plus ancienne de celles qui ont attiré mon attention est le granite porphyroïde, à grains moyens de quartz et de feldspath, de couleur rosée, d'où sourdent les eaux thermales et minérales de Neyrac. Son émission a précédé le dépôt houiller de Jaujac et de Prades. Elle s'est opérée à l'état pâteux, par une large faille, à travers le gneiss qu'elle a relevé vers le nord au village de Neyrac et dans le lit de l'Ardèche, un peu en amont de la fabrique Tarendon.

En second lieu, ont apparu, à l'état moins pâteux, des porphyres en massifs (entre le village de Pal et la source de la Fontaulière, à la naissance de la rivière de Pourseille et du ruisseau de Rieu-Grand, commune de Montpezat) et en filons (sur le versant nord de la montagne de Milles, à quelques centaines de mètres au sud et à l'ouest du cratère de Jaujac).

L'ensemble de leur pâte est feldspathique, de couleur rougeâtre ou brun-rouge, et parfois olivâtre. Parmi les cristaux de feldspath dont la couleur tranche avec celle de la pâte, on en remarque quelques-uns de quartz et de pyroxène; je n'ai pu reconnaître qu'ils aient traversé le dépôt houiller de Jaujac, et, par suite, je pense que leur émission lui est antérieure.

En troisième lieu sont venus des rochers trachytiques (la domite) et surtout des phonolites, tantôt compactes, et tantôt tabulaires, d'un gris-vert clair (voir leur description et celle des roches basaltiques dans mon mémoire sur les volcans du Vivarais). Ces phonolites forment les pics les plus élevés des communes de Sainte-Eulalie, du Béage et des Estables, notamment le Gerbier-de-Jone et le Mézenc. Leur émission postérieure aux dépôts du terrain houiller et à celui du terrain tertiaire d'eau douce du bassin du Puy paraît être contemporaine des anciennes alluvions caractérisées dans l'Ardèche et la Haute-Loire par des ossements de Mastodonte, d'Ours (*spelœus*) et d'autres animaux de races perdues. Ils s'étendent du S.-E. au N.-O., depuis les carrières phonolitiques de Grézière, commune de Saint-Julien du Gua et de Laprades, commune de Lachamp-Raphaël (Ardèche), jusqu'à Chamalière et la ville de la Roche (Haute-Loire).

Enfin des basaltes à l'état de complète fusion, avec des cendres, des scories et des coulées boueuses, ont terminé les éruptions rocheuses du plateau cévénique. Ils ont suivi les points de rupture du gneiss par lesquels les roches précédentes s'étaient fait jour.

Les basaltes pyroxéniques sont les premiers de cette dernière classe de roches ignées. Leurs coulées occupent effectivement la partie inférieure partout où ils se trouvent en contact avec d'autres basaltes, comme aux volcans de Cherchemus, commune d'Issarlès, de Breysse, commune de Presailles, etc., etc. Ils ne sont pas sortis comme les suivants par des cratères coniques, mais par des fentes souvent étroites et d'une grande étendue, dont la principale forme l'axe de la chaîne volcanique du Coiron. Ils forment partout des plateaux élevés ou bien des dykes et des filons; aucune de leur coulée ne se trouve sur le lit des rivières actuelles. Ils dominent dans la grande chaîne volcanique qui s'étend du S.-E. au N.-O., depuis la ville de Rochemaure (Ardèche) jusqu'à Chamalière (Haute-Loire), entre l'Ardèche et l'Erieu, la Loire et le Lignon son affluent.

Les basaltes à gros noyaux de péridot qui leur ont succédé dominent dans la chaîne volcanique qui commence aux cratères du Suc de Bauzon, de Banne (près de la source de l'Ardèche) et de Loubaresse, et s'étend du S.-E. au N.-O., entre l'Allier et la Loire, jusqu'aux environs de la ville d'Allègre (Haute-Loire).

Ces deux chaînes parallèles constituent toute la région volcanique de l'Ardèche et de la Haute-Loire.

Elles se relient en plusieurs endroits par des filons de basaltes pyroxéniques et notamment par un filon qu'on peut suivre presque sans interruption depuis l'Erieu jusqu'à la Loire et de la Loire jusqu'à l'Allier, à travers les communes d'Arcens, du Béage, d'Issarlès (il traverse le lac de ce nom), de la Chapelle-Grailhouse, de Coucouron et de la Villate, et par un autre qui relie les volcans de Lachamp-Raphaël et des Sagnes avec ceux de la Vestide, du Suc de Bauzon et de Banne, déjà cités.

Enfin des basaltes d'un bleu moins foncé n'ayant plus que de petits grains de péridot sont venus témoigner du dernier effort de la puissance volcanique dans l'Ardèche. Ils sont sortis de cinq petits cratères coniques sur le versant oriental du plateau précité. Leur âge plus moderne est attesté, non-seulement par la parfaite conservation des cratères et de toutes leurs déjections, mais encore par leur superposition aux coulées du basalte péridotique, au Pont-la-Beaume, sur la rive droite de l'Ardèche, etc. Des cendres volcaniques et des fragments de laves se trouvent mélangés au Mont-Charaix et à Creyseilles dans un dépôt de tripoli formé de carapaces d'infusoires, au-dessous des coulées boueuses et basaltiques du Coiron. Ce dépôt opéré à la fin de l'époque tertiaire pliocène renferme beaucoup de lignites et d'empreintes de feuilles provenant d'arbres indigènes, dont les espèces vivent encore sur place.

De ces faits et de la découverte, près de Mirabel, du squelette entier d'un Mastodonte dans un dépôt alluvien contenant des fragments de basaltes, il résulte que la période volcanique de l'Ardèche a duré depuis l'apparition des premiers quadrupèdes terrestres jusqu'à celle de l'homme, dont on a trouvé en 1844 plusieurs ossements fossiles dans une coulée boueuse du volcan de Denise, près du Puy.

Dans l'intervalle des diverses éruptions de roches ignées, l'action volcanique s'est manifestée sans interruption par des émanations métalliques, gazeuses et sulfureuses, à la manière du soufre de l'époque actuelle, comme le témoignent les nombreux gîtes de galène, de plomb et d'antimoine qu'on trouve dans le granite et le gneiss des communes de Jaujac, Mayres, Mazan, la Chapelle-Grailhouse, et ceux de pyrites de fer, sur tous les points du plateau, et les résidus de tant de matières déposées dans les fissures de granite porphyroïde de Neyrac et dans les travertins qui ont précédé et suivi l'éruption de son volcan, tels que : acides de titane, nickel et cobalt, arsenic uni à du fer, phosphate terreux et bitume, carbonates de chaux, de magnésie, de soude, de potasse, de fer, de manganèse ; sulfates de soude, de chlorure alcalin, d'iodure alcalin ; silicates d'alumine, de soude et de potasse, de zircone, etc., etc.

C'est du même foyer d'oxydation et par la même faille, à travers le gneiss, que sont sortis le granite porphyroïde de Neyrac, les basaltes de son cratère dit du Soulhol, et que sortent encore de nos jours la grande quantité de gaz acide carbonique de ses mofettes, et tant d'autres matières métalliques et terreuses contenues dans ses eaux.

Cette grande faille, par où sont sortis les granites porphyroïdes qui ont exhaussé le gneiss de la chaîne du Tanargue et du plateau cévénique, n'est pas seulement, comme la plupart des gîtes de contact des matières métalliques, un simple dépôt de carbonates et d'oxydes de diverses espèces auquel les sources de Neyrac puisent incessamment leurs principes minéralisateurs et leur sédiment; c'est encore un évent ou cheminée volcanique mettant en communication permanente la partie intérieure et la partie extérieure de la terre. C'est par là que se sont perpétuées jusqu'à ce jour avec des variations de nature, d'intensité et de gisement, les émissions volcaniques et les émanations de tant de matières métalliques et gazeuzes dont l'existence dans les eaux de Neyrac a été constatée par les analyses chimiques de MM. Mazade et Ossian Henry.

Dans mon ouvrage précité, j'ai fait ressortir ce fait général, que la fusion des roches éruptives devenait plus parfaite à mesure que l'oxydation descendait plus profondément de la surface vers le centre de

la terre, et que par suite elle s'opérait sous une plus forte pression.

Partant de ce fait, je m'explique la différence des émissions par la différence des profondeurs du foyer et de la quantité d'eau décomposée, et par les différents degrés de fusion des roches et des matières émises.

Ainsi, lors de l'apparition du granite porphyroïde de Neyrac, l'eau de la mer cambrienne couvrait encore cette localité et tout le plateau cévénique, du Tanargue au Mézenc. Une grande quantité d'eau pouvait donc s'introduire alors à travers les couches oxydées du gneiss jusqu'aux couches non oxydées, et y produire sur une vaste échelle et sous une faible pression la fusion du granite porphyroïde et puis celle des porphyres. Alors l'état pâteux de ces roches d'éruption s'explique par une fusion incomplète et par la coïncidence d'une grande masse d'eau dont une partie ne fut pas entièrement décomposée par les métaux et les alcalis des roches. Mais, après l'émersion du plateau précité et de la chaîne des montagnes du Tanargue, dont la ramification de Millet forme la barrière du bassin houiller de Prades, la mer cambrienne se trouva limitée par la chaîne du Tanargue, comme le prouvent les puissants dépôts de schistes micacés, parfois recouverts de schistes noirâtres et bitumineux qui viennent finir et s'adosser sur son flanc S.-S.-E., dans la commune de Saint-Laurent-les-Bains, (aux pieds de l'Esper-Velouse) et dans celles de Sablières, Beaumont, Rocles, etc.

L'identité parfaite des matières élémentaires du travertin déposé au-dessus et au-dessous de la coulée basaltique qui sépare le bassin de Neyrac d'avec le lit de la rivière d'Ardèche m'autorise à conclure que, depuis l'émission des roches granitiques et porphyriques jusqu'à celle du basalte, les actions concomitantes de l'eau et des acides de carbone, de chlore, etc., ont été les mêmes que depuis cette dernière époque jusqu'à ce jour. Dans mon opinion, la différence des émissions et des émanations porterait principalement sur le degré de profondeur et d'oxydation, et sur la nature des éléments basiques ou électro-positifs, plutôt que sur la nature des éléments acides, lesquels ont été, avant comme après l'émission du basalte, les agents déterminants des émissions de Neyrac : seulement le procédé par lequel les matières ont été émises n'a pas toujours été le même.

Dans l'émission du granite porphyroïde à l'état pâteux, c'était à la fois la voie sèche prédominante et la voie humide plus faible; dans celle du basalte, des cendres volcaniques et des matières métalliques qu'on trouve déposées dans les fissures du granite et du gneiss, c'était exclusivement la voie sèche à la manière des laves et du soufre de l'époque actuelle; dans celles des coulées boueuses, des volcans

et des eaux thermales de Neyrac, c'est la voie humide à la manière des geysers.

Ainsi une partie des matières de sédiment et des principes minéralisateurs des eaux de Neyrac provient du foyer même où l'oxydation terrestre continue de nos jours, et l'autre partie, beaucoup plus considérable, est enlevée au granite porphyroïde et aux produits volcaniques par l'eau qui s'infiltre des hauteurs du plateau cévénique à travers les fissures formées par soulèvement et par retrait, aux points de contact du granite porphyroïde avec le gneiss et avec les matières volcaniques qui remplissent l'intérieur du cratère de Neyrac.

A ceux qui objecteront que l'eau de Neyrac a une température trop basse (27° centigrades) pour communiquer avec un foyer d'oxydation, je répondrai que le petit bassin d'où sourdent les eaux de Neyrac est en réalité l'orifice d'un puits rempli d'eau bourbeuse depuis son déversoir actuel jusqu'au foyer d'oxydation. Arrivée au niveau de ce déversoir, l'eau d'infiltration qui descend des hauteurs du plateau cévénique se trouve encore plus froide que celle qui est au-dessous du niveau de ce déversoir, dans l'intérieur de la faille ou des failles qui aboutissent au foyer d'oxydation. Elle tend donc à descendre vers le foyer par l'effet de sa pesanteur spécifiquement plus grande. A mesure que l'eau froide descend, elle déplace nécessairement un égal volume d'eau plus chaude, et par suite plus légère, et lui enlève par mélange et par rayonnement une grande quantité de son calorique.

Telles sont les causes naturelles du refroidissement et du mouvement ascensionnel des eaux thermales de Neyrac. Cela posé, il devient facile d'expliquer comment elles dissolvent et entraînent les principes minéralisateurs et le sédiment qu'elles déposent sans cesse.

L'eau de pluie oxygénée et oxydante qui descend du plateau dissout *par son eau* toutes les matières solubles qu'elle peut atteindre dans le sol et dans les fissures des roches, substances organiques, nitrates, silicates alcalins, sels divers ; *par son acide carbonique*, elle dissout les carbonates de soude, de potasse, et les convertit en bicarbonates qu'elle entraîne ; *par son oxygène*, elle brûle lentement la matière organique, suroxyde et par conséquent décompose les carbonates de fer, de manganèse, sulfatise les pyrites, etc.

Elle décompose même à la longue toutes les roches pyrogènes en silicates solubles qu'elle entraîne et en silicates insolubles, oxydes ou kaolins plus ou moins impurs.

Dans la décomposition du feldspath, qui est un silicate alcalino-terreux très abondant, dans le granite et le gneiss et dans le mica, on trouve donc l'origine de la silice et de l'alumine.

La faible quantité d'oxygène (à peine sensible) s'explique par son absorption par les matières oxydables que l'eau rencontre en descendant vers le foyer d'oxydation où elle finit par l'abandonner presque entièrement aux métaux.

La grande quantité d'acide carbonique résulte naturellement de celui qu'elle abandonne dans l'acte de sa décomposition, et encore de celui qui provient de la matière organique du sol, mise longtemps en contact de l'oxygène, des nitrates et des sulfates. Il en est de même de la grande quantité de bi carbonates ; c'est le résultat forcé de la décomposition favorisée par une haute température dans l'intérieur du foyer.

Comme géologue, j'ai dû me borner à étudier en grand et dans leur ensemble la nature du sol et les modifications que l'action du feu et de l'eau a opérées dans sa configuration et dans sa constitution physique : c'est à l'Académie de médecine qui a déjà reconnu, par les analyses des eaux de Neyrac, qu'elles étaient *acidules*, *alcalino-terreuses et ferrugineuses*, *très remarquables surtout par la présence de principes nouveaux qui n'avaient point été encore signalés dans les eaux minérales*, à nous fixer sur ces principes nouveaux auxquels il faut attribuer sans doute leur incontestable efficacité pour la guérison des maladies cutanées.

M. de Roys, trésorier, présente l'état de la caisse au 31 décembre 1856.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1855. .	2,032 fr.	05 c.
La recette, du 1er janvier au 31 décembre 1856, a été de.	25,868	90
Total. . .	27,900	95
La dépense, du 1er janvier au 31 décembre 1856, a été de.	25,022	60
Il restait en caisse au 31 décembre 1856 . .	2,878 fr.	35 c.

La Société adopte successivement les nominations que le Conseil a faites pour 1857 dans les diverses Commissions.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante :

1° *Commission de comptabilité*, chargée de vérifier la gestion du Trésorier : MM. Graves, de Brimont, Viquesnel .

2° *Commission des archives*, chargée de vérifier la gestion de l'Archiviste : MM. Hébert, Belgrand, de la Roquette.

3° *Commission du Bulletin* : MM. D'ARCHIAC, DELESSE, BAYLE.

4° *Commission des Mémoires* : MM. Ch. S.-C. DEVILLE, DE VERNEUIL, DESHAYES.

On procède à l'élection du Président pour l'année 1857.

M. DAMOUR, ayant obtenu 50 suffrages sur 91 votes, est élu Président pour l'année 1857.

La Société nomme successivement :

Vice-Présidents : MM. VIQUESNEL, BAYLE, Albert GAUDRY, DELESSE.

Vice-Secrétaire : M. MEUGY.

Membres du Conseil : MM. DESHAYES, J. BARRANDE, LEVALLOIS, SC. GRAS, HÉBERT.

Par suite de ces nominations, le Bureau et le Conseil sont composés, pour l'année 1857, de la manière suivante :

Président.

M. DAMOUR.

Vice-Présidents.

M. VIQUESNEL,
M. BAYLE,
M. Albert GAUDRY,
M. DELESSE.

Secrétaires.

M. Paul MICHELOT,
M. Ed. COLLOMB.

Vice-Secrétaires.

M. Aug. LAUGEL,
M. MEUGY.

Trésorier.

M. le marquis de ROYS.

Archiviste.

M. CLÉMENT-MULLET.

Membres du Conseil.

M. le vicomte D'ARCHIAC,
M. MICHELIN,
M. Charles D'ORBIGNY,
M. ÉLIE DE BEAUMONT,
M. GRAVES,
M. le baron DE BRIMONT.
M. DESHAYES,
M. J. BARRANDE,
M. LEVALLOIS,
M. DE BILLY,
M. SC. GRAS,
M. Ed. HÉBERT.

Commissions.

Comptabilité : MM. Graves, de Brimont, Viquesnel.
Archives : MM. Hébert, Belgrand, de la Roquette.
Bulletin : MM. d'Archiac, Delesse, Bayle.
Mémoires : MM. Ch. S.-C. Deville, de Verneuil, Deshayes.

Séance du 19 janvier 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Melleville : *Description géologique de la montagne de Laon* (extrait du *Bulletin de l'Académie de Laon*, année 1855) ; in-8, p. 23, pl. I. Laon, chez Ed. Fleury.

De la part de M. G. de Helmersen : *Uber das langsame Emporsteigen der Ufer des Baltischen Meeres und die Wirkung der Wellen und des Eises auf dieselben* (aus den *Mélanges physiques et chimiques*, t. II, $\frac{\text{26 octobre}}{\text{7 novembre}}$ 1855) ; in-8, p. 457-491.

De la part de M. le professeur L. Rütimeyer :

1° *Vom Meer bis nach den Alpen*, in-8, p. 307, Bern, 1854, chez J.-J. Dalp.

2° *Uber Schweizerische Anthracotherien* (aus den *Verhandl. der Naturf. Ges. in Basel*, Heft III, Sitz. V, 19 décembre 1855), in-8, p. 19.

Comptes rendus hebdom. des séances de l'Académie des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, nos 1 et 2.

L'Institut, 1857, nos 1201 et 1202.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée ; no 96, 9e année, décembre 1856.

The Athenæum, 1857, nos 1524 et 1525.

Revista minera, t. VIII, no 159, 1857.

Société Imp. et centrale d'agriculture. Bulletin des séances, 2e série, t. XII, no 1.

M. le Président annonce à la Société la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. de Bonnard. M. Dufrénoy sera prié de rédiger, pour le *Bulletin*, une notice sur son savant collègue à l'Institut et au Conseil général des mines.

M. Gosselet fait la communication suivante :

Note sur le terrain dévonien de l'Ardenne et du Hainaut, par J. Gosselet.

Les carrières de calcaire ancien d'OEtrœungt, bourg situé à 7 kilomètres d'Avesnes, sur la route de La Chapelle, ont été l'objet d'opinions différentes. Les auteurs de la carte géologique de la France rapportent au calcaire carbonifère tant les carrières de calcaire gris à gros *Productus* que la carrière de calcaire bleu à un quart de lieue au N.-E. du village d'OEtrœungt (1). C'est conformément à cette opinion que sont coloriées la grande carte de la France, la carte de M. Dumont et celle de M. Meugy. Le compte rendu de la séance extraordinaire de la Société géologique, à Valenciennes (2), considère ce calcaire noir comme dévonien. M. Hébert, dans un mémoire récent (3), reconnaît qu'il y a à OEtrœungt du calcaire dévonien et du calcaire carbonifère. Il cite comme appartenant au terrain dévonien le calcaire de la Capelette du Buffle, et comme terrain carbonifère celui du Parc. Il jugeait de ce dernier par quelques fossiles en mauvais état que je lui avais donnés. En même temps, il m'engageait à reprendre complétement cette question ; c'est ce que j'ai fait, et je viens soumettre à la Société le résultat de mon travail.

Les carrières actuellement exploitées à OEtrœungt sont au nombre de sept :

I. Les carrières du Parc : elles sont situées sur la rive droite de

---

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 752.

(2) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. X, p. 628.

(3) *Sur la constitution géologique et la classification des terrains paléozoïques de l'Ardenne française et du Hainaut*, par Ed. Hébert (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e sér., t. XII, p. 1165).

l'Alpe ; les bancs y sont inclinés S. 70° O = 18°. On y observe la coupe suivante de haut en bas. (hauteurs approximatives.)

1°	Schistes avec { *Phacops latifrons*, Burm. . . . . ; *Capulus priscus*, Goldf. . . . . ; *Spirifer spinosus*, Goldf. . . . . ; *Terebratula concentrica*, de Buch. . . ; *Cyathophyllum vermiculare*, Goldf. . . ; *Syringopora*. . . . . }	1m,00
2°	*Banc de Cremaille*. Calcaire argileux, noir, crevassé. . .	0,50
3°	Les huit *bancs de plomb*. Calcaire argileux, noir bleuâtre, séparés entre eux par des couches de schistes, qui ont quelquefois une épaisseur considérable.	8,00
4°	*Banc dur*. Calcaire cristallin, noir bleuâtre.	0,50
	Schistes	0,50
	Banc à auges. Calcaire cristallin, noir bleuâtre	0,50
	Banc de Coœ. Calcaire compacte, noir	0,30
	Calcaire argileux et schistes calcarifères en lits minces alternants	3,00
	Gros banc de dessus. Calcaire cristallin.	0,50
	Schistes.	0,20
5°	Les onze *bancs de dessus*. Chacun d'eux est séparé par un lit de schistes.	4,00
6°	Schistes avec { *Clymenia*. . . . . ; *Spirifer aperturatus* (Schloth., sp.), de Buch. . . . . ; *Orthis*. . . . . }	0,10
7°	*Banc de roche*, quelquefois séparé en deux bancs. Calcaire noir bleuâtre.	1,80
	On y trouve { *Productus Murchisonianus*, de Kon. ; *Spirifer aperturatus* (Schloth., sp.), de Buch. ; *Orthis umbraculum*, de Buch. ; *Terebratula concentrica*, de Buch. }	
8°	Schistes	0,15
	Avec. . . { *Spirifer aperturatus* (Schloth., sp.), de Buch. ; *Orthis*. }	
9°	Les trois *tems bancs*. Calcaire argileux, se délitant à l'air, séparés chacun par un lit de schistes.	1,70
10°	Schistes.	0,20
	Avec. . . { *Phacops latifrons*, Burm. ; *Clymenia*. ; *Spirifer aperturatus* (Schloth., sp.), de Buch. ; *Terebratula concentrica*, de Buch. ; *Orthis*. ; *Retepora*. ; *Cyathophyllum vermiculare*, Goldf. }	

11° *Gros banc de dessous*. Calcaire cristallin, noir. 0,45

On y trouve { *Productus Murchisonianus*, de Kon.
Spirifer aperturatus (Schloth., sp.), de Buch.
Terebratula concentrica, de Buch.
Orthis? umbraculum, de Buch. }

12° Schistes. 0,05

13° *Avant-dernier banc*. Calcaire cristallin. 0,30

Il renferme { *Orthis? umbraculum*, de Buch.
Terebratula concentrica, de Buch. }

14° *Dernier banc*. Calcaire cristallin. 0,30

On y trouve { *Orthis? umbraculum*, de Buch.
Terebratula concentrica, Phill. }

15° Schistes. Épaisseur inconnue.

Au-dessus des schistes supérieurs (couche 1) des grandes carrières du Parc, il y a d'autres bancs de calcaire noir très dur formant des lits peu réguliers et exploités à quelques pas plus loin vers le village. Ce calcaire, en raison de sa dureté et de son irrégularité, ne peut servir que pour empierrer les chemins. Je n'y ai pas trouvé de fossiles. A 500 mètres plus loin, dans la même direction, on trouve le calcaire gris.

II. Du Parc on aperçoit une autre carrière sur la rive droite de l'Helpe: c'est celle de Clousy. Les bancs y sont inclinés au S. 10° E. de 20°. On y exploite le banc de roche. J'y ai trouvé :

Spirifer aperturatus (Schloth., sp.), de Buch.
Orthis umbraculum, de Buch.
Terebratula concentrica, de Buch.

Entre ce point et le Parc il doit y avoir une faille.

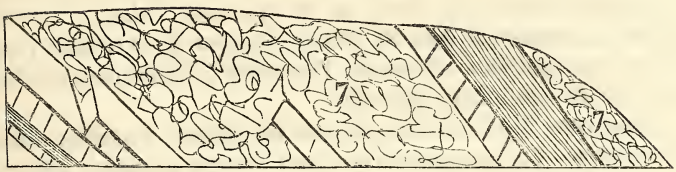
III. On exploite dans une pâture, de l'autre côté du village, sur le chemin de Bas-Boulogne, une carrière dont les bancs sont inclinés du N. au S de 35°. Ces couches me paraissent être un prolongement de celles de Clousy. On y trouve les mêmes bancs que dans les carrières du Parc, mais très-réduits, surtout les bancs supérieurs. Dans le banc de roche qui y est principalement exploité (couche 3 de la coupe), on trouve :

Spirifer aperturatus (Schloth., sp.), de Buch.
Orthis? umbraculum, de Buch.

Dans les schistes supérieurs (couche 6) au banc de Crémaille (couche 5) j'ai trouvé :

Phacops latifrons, Burm.
Spirifer voisin de l'*ostiolatus*.
Productus Murchisonianus, de Kon.

Coupe de la carrière du chemin de Bas-Boulogne à Œtrœungt (Nord).



1. Gros banc de dessous.
2. Schistes.
3. Banc de roche.
4. Banc de plomb.
5. Bancs de Cremaille.
6. Schistes avec *Phacops latifrons*.
7. Parties éboulées.

IV. La carrière du sieur Georges, située sur la rive gauche près de la rivière, offre un calcaire noir dolomitique en bancs inclinés, S. 5° E. = 15°. Ces bancs sont supérieurs à ceux de Clousy et à ceux du Parc. Je n'y ai pas trouvé de fossiles.

V, VI, VII. Les carrières précédentes, sauf peut-être la quatrième, sont creusées dans le calcaire dévonien. Dans les trois suivantes, on extrait le calcaire carbonifère gris dolomitique en masses, sans stratification apparente, et traversé par des filons de dolomie sableuse. Ces carrières sont situées à la partie sud du bourg, deux de chaque côté de la route impériale, et la troisième au hameau de la Pairée, sur le chemin vicinal du Nouvion. Dans cette dernière carrière j'ai trouvé :

Productus sublævis, de Kon.

qui est caractéristique du calcaire carbonifère gris dans l'arrondissement d'Avesnes. Ce calcaire gris, dont les escarpements forment comme des remparts dans l'intérieur du village, se prolonge encore une centaine de mètres au S. et à l'E., où il disparaît sous les terrains crétacés.

De cet examen des calcaires exploités à Œtrœungt, nous pouvons conclure qu'il y a dans cette localité un calcaire dévonien (1) très

(1) Dans un premier examen, j'avais considéré le *Productus* que l'on trouve au Parc comme le *Productus scabriculus*, qui est carbonifère. M. de Koninck, qui a bien voulu examiner mes fossiles, a reconnu dans ce brachiopode le *Productus Murchisonianus*, qu'il a signalé comme dévonien; il considère le calcaire d'Œtrœungt comme le même que celui que l'on trouve à Visé au-dessous du calcaire gris à *Productus sublævis*.

épais, dont les bancs irréguliers de la Capelette du Buffle (1) ne sont que le prélude.

Plus loin, à Rocquignies, se trouve le calcaire que M. d'Omalius a appelé *calcaire de Givet*, et M. Dumont, *calcaire eifelien*. Ayant l'intention de faire de l'étude complète de ce calcaire l'objet d'une communication ultérieure, j'exposerai ici simplement quelques faits sur sa constitution générale.

Dans cette bande calcaire que tous les auteurs regardent comme dévonniene, j'ai pu reconnaître trois niveaux fossilifères distincts, en rapport avec la stratification.

L'un de ces niveaux se voit à Glageon, dans les carrières près du Calvaire ; il est caractérisé par la présence de très gros individus de :

Terebratula reticularis, Linn.
Spirifer aperturatus (Goldf., sp.), de Buch.

Un autre niveau inférieur à celui-ci existe à Macon (Belgique, frontière de France); on y trouve :

Phacops latifrons, Burm.	*Pentamerus acutolobatus*, Scandb.
Terebratula reticularis, Linn.	*Lucina proavia*, Goldf.

M. Barrande, qui a bien voulu examiner ces fossiles, m'a fait remarquer la grande analogie des *Phacops* avec une espèce du même genre que l'on trouve dans le terrain silurien supérieur de Bohême. Quant aux *Pentamerus acutolobatus*, il se trouve aussi dans ce terrain; mais le fossile de Bohême se distingue du précédent, comme de celui que l'on a trouvé dans l'Eifel, par l'absence de stries parallèles à l'extrémité des plis.

Au-dessus du niveau à gros *Spirifer aperturatus*, on constate un autre horizon fossilifère dans les carrières de Baives. On y exploite un calcaire grisâtre saccharoïde, ne formant pas de couches distinctes. J'y ai récolté les fossiles suivants :

Bronteus.	*Terebratula pugnus*, Mart. (2).
Terebratula reticularis, Linn	*Terebratula cuboides*, Sow.

Ce dernier fossile se présente en très beaux échantillons. La car-

(1) Les bancs de la Capelette du Buffle ont été signalés comme dévoniens, par M. Hébert, *loc. cit.*, p. 1179.

(2) M. de Verneuil m'a montré des *Terebratula acuminata* d'Irlande, qu'il était absolument impossible de distinguer de *Terebratula pugnus* de Baives.

rière du bois de Surmont, près de Trelon, n'est, je pense, qu'un prolongement de cette couche.

Au nord de la carrière de Baives, près de la chapelle de Notre-Dame des Monts, on voit le contact du calcaire et des schistes qui lui sont superposés. Dans les couches schisteuses de contact, on trouve de nombreux fossiles. Je citerai :

Terebratula aspera, Schloth.
— *concentrica*, de Buch.
— *pugnus*, Mart., variété différente de celle de Baives.
— *scalprum*, Rœmer.
Spirifer Trigeri, de Vern.
Petit *Spirifer* voisin de l'*aperturatus*.
Orthis eifeliensis, de Vern.
Leptæna.
Plusieurs espèces d'encrines.
De nombreux polypiers.

Des études ultérieures permettront de distinguer encore d'autres horizons : particulièrement celui du *Strigocephalus Burtini*, qui existe au pied de la citadelle de Charlemont, et qui doit probablement aussi se trouver dans l'arrondissement d'Avesnes.

Il y aurait aussi à rechercher le rapport de ces horizons avec ceux établis par M. Rœmer dans sa coupe de Couvin à Marienbourg.

Ainsi, dans le calcaire eifelien de l'arrondissement d'Avesnes, on trouve quatre niveaux fossilifères distincts; ce sont de bas en haut :

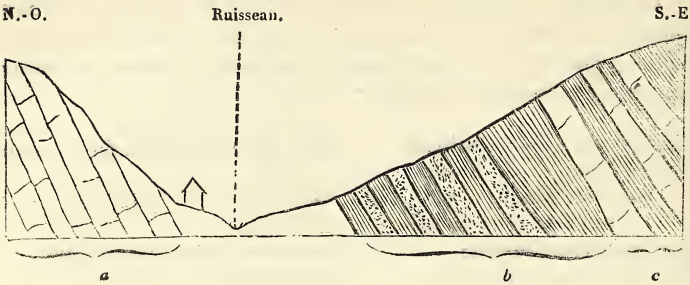
1° Niveau du *Pentamerus acutolobatus*.
2° Niveau du gros *Spirifer aperturatus*.
3° Niveau du calcaire gris à *Terebratula pugnus*.
4° Niveau des schistes de Notre-Dame des Monts.

Dans les environs de Givet, j'ai pu retrouver deux de ces niveaux; ce sont : 1° celui des gros individus de *Spirifer aperturatus* et de *Terebratula reticularis* que l'on observe sur la colline au S. E. de Givet, N. D. sur la Houille; 2° le niveau du calcaire gris à *Terebratula pugnus*, qui me paraît représenté par le calcaire bigarré de Heer.

Dans ce dernier, la couleur de la roche est la même et la stratification également non apparente; en outre, on y trouve des *Terebratula pugnus* que l'on ne peut distinguer de celles de Baives. Ajoutons qu'à Baives et au bois de Surmont, comme à Heer, ce calcaire est séparé du calcaire noir ou bleu foncé par un banc de schistes; seulement à Heer ce banc de schistes paraît beaucoup plus épais.

Dans les environs de Givet, on trouve un cinquième niveau fossilifère à la partie inférieure du calcaire. En remontant la Houille jusqu'à Flohimont, on trouve sur la rive droite de ce cours d'eau la coupe suivante :

Coupe du chemin de Wimenne, à Flohimont (Ardennes).



a. Carrière de calcaire.
b. Alternance de schistes et de quartzite.
c. Schistes et bancs calcaires fossilifères.

Inclinaison S. 20° E. — 65°.

Un fait à remarquer dans cette coupe, c'est que les schistes paraissent superposés au calcaire; il faut voir là l'effet d'un renversement qui atteint le terrain dévonien, depuis Givet jusqu'à Vireux. Ces renversements, si communs dans l'Ardenne, sont certainement une des grandes difficultés que présente l'étude géologique de ce pays.

Dans les schistes et les bancs de calcaire argileux qui alternent avec eux, j'ai trouvé les fossiles suivants :

Spirifer cultrijugatus, Rœmer.	*Pentamerus galeatus*, Dalman.
— *speciosus*, Schloth.	*Orthis eifeliensis*, de Vern.
— *Rousseau*.	*Productus subaculeatus*, Murch.
Terebratula concentrica, de Buch.	*Chonetes dilatata*, de Koninck.

En continuant à remonter la Houille, on trouve une suite de bancs calcaires irréguliers, intercalés dans les schistes. A la Forgette, entre Flohimont et le magasin de Malavisé, derrière la laminerie de cuivre, on trouve des schistes et des quarzites avec bancs calcaires intercalés, inclinés S. 28° E. = 72°. J'y ai recueilli les fossiles suivants :

Spirifer cultrijugatus, Rœmer.	*Leptæna*.
Terebratula reticularis, Linn.	*Avicula*.
— *primipilaris*, de Buch.	*Allorisma*, de Kon.
Orthis striatula (Schloth., sp.), de Kon.	*Tentaculites*.

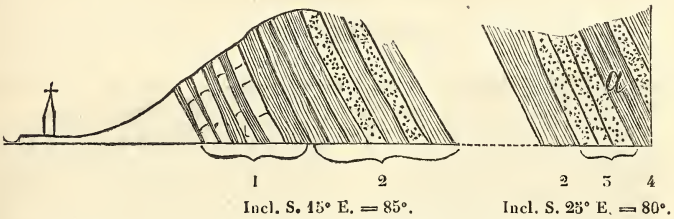
Malgré la différence des fossiles de ces deux localités, distantes d'environ deux kilomètres en ligne droite, doit-on y voir deux niveaux différents? Je ne le pense pas; d'autant plus qu'à Aubrive,

près de la route de Givet, dans les roches analogues aux précédentes, on trouve :

Spirifer cultrijugatus? Rœmer.
— *speciosus*, de Buch.
Terebratula reticularis, Linn.
Orthis striatula (Schloth., sp.), de Kon.
Calceola sandalina, Lk.

Cet ensemble de roches et de fossiles doit-il être rapporté au calcaire de Givet ou à l'étage quartzo-schisteux inférieur? Je penche pour la deuxième opinion. Au-dessus de ces calcaires argileux, on trouve des schistes et des quartzites rouges qui paraissent recouvrir les calcaires par suite du renversement dont j'ai parlé.

Tranchée du chemin de hallage de la Meuse au sud du Ham.



1. Calcaire argileux, alternant avec des schistes qui se délitent.
2. Quartzites et schistes verdâtres.
3. Grès quartzeux, verdâtre, à gros grains.
4. Schistes rouges et grès rouges.
a. Ouverture d'une mine de cuivre abandonnée.

Au sud de ces schistes et grès rouges, on trouve le grès noir arhien, exploité vis-à-vis d'Aubrive, sur la rive droite de la Meuse. M. Dumont cite ces exploitations comme riches en fossiles ; je n'ai pas été assez heureux pour en découvrir ; mais, dans les carrières qui sont sur le territoire de la même commune, près du chemin de Vireux, j'en ai trouvé quelques-uns assez mal conservés. Cependant on a pu y reconnaître :

Homalonotus crassicauda.
Terebratula Oliviani, de Vern.

Dans cette même carrière, on trouve une couche pétrie de cristaux isolés de pyrite en dodécaèdres pentagonaux.

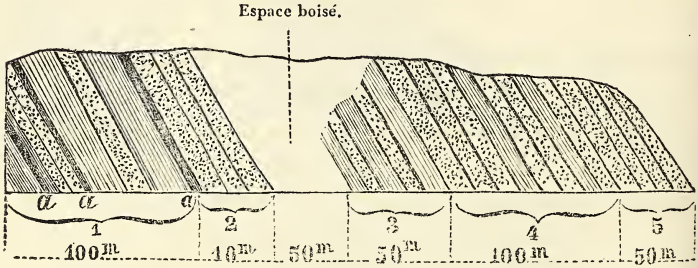
D'après M. Dumont, cette bande de grès arhien forme une voûte, et, au S. comme au N., on trouve le terrain anthracifère remarquable par la couleur rouge de ses roches. Au point de jonction de ces deux étages, qui sont dans toutes les localités que j'ai visitées en concordance parfaite, on trouve des schistes noirâtres, fossilifères, alternant avec des bancs de quartzite de même couleur.

Dans la commune de Hierges, sur les bords de la Meuse, près du barrage, on a creusé des carrières dans les schistes. Les fossiles y sont nombreux mais mal conservés, et réduits presque tous à des empreintes. Ceux que l'on a pu déterminer sont :

Terebratula Subvilsoni.
Leptæna semiradiata, Sow.
Avicula.

Malheureusement, en ce point, un espace boisé cache la jonction de ces schistes avec les roches rouges anthracifères, comme le montre la coupe suivante :

Coupe de la rive droite de la Meuse près du barrage à Hierges (Ardennes).



1. Schistes noirâtres, avec bancs de quartzite intercalés.
   a. Lits fossilifères.
2. Grès gris noirâtre.
3. Schistes rouges, avec grès intercalés.
4. Grès rouges micacés, avec schistes intercalés.
5. Grès verdâtres micacés.

Je terminerai en indiquant que dans les grauwackes de l'Eau-Noire, près du moulin de Pesch, rapportées par M. Dumont à l'étage hundsruckien, j'ai trouvé une faune analogue à celle des grès taunusiens d'Anor.

Leptæna Murchisoni, de Vern. et d'Arch.
Orthis striatula, Schloth. sp.
Encrine. Cette espèce existe à Nehou.

La conclusion à tirer de ce coup d'œil rapide sur la partie supérieure du terrain rhénan est la même, comme on devait s'y attendre, que celle que M. Hébert a présentée pour la partie inférieure, c'est-à-dire :

1° Que le terrain rhénan correspond, pour sa faune, au terrain dévonien inférieur de Néhou.

2° Que l'étage hundsruckien doit être réuni à l'étage taunusien.
3° Que les trois étages gedinien, coblentzien et arhien de M. Dumont, marquent bien trois niveaux paléontologiques distincts.

Qu'il me soit permis en terminant d'adresser des remercîments à M. Hébert, dont les conseils bienveillants m'ont dirigé dans tout le cours de ces travaux.

M. d'Omalius d'Halloy a vu avec plaisir que M. Gosselet, en usant de toutes les ressources nouvelles de la paléontologie, a confirmé les observations très anciennes par lesquelles il avait lui-même rapproché, d'après les seules observations stratigraphiques, les calcaires carbonifères et les schistes dévoniens. Il ajoute que les travaux du chemin de fer ont mis à jour, dans le voisinage de Ciney, des bancs où le calcaire passe au psammite ; de sorte qu'il est impossible d'établir, entre ces deux roches, une séparation tranchée.

M. Barrande fait remarquer la coïncidence que présente la variation de certaines roches avec celle des faunes qu'elles contiennent, ce qui ferait supposer, sur le même point, la présence alternative de deux mers appartenant, l'une à la fin d'une époque et l'autre au commencement de l'époque suivante ; mais ce fait, qui a pu se produire là où il n'y a pas eu de mouvements violents, n'infirme nullement la distinction des faunes considérées en grand.

M. d'Omalius n'a jamais prétendu qu'il y eût une suite continue dans les êtres vivants ; mais il croit qu'il y avait des liaisons entre les faunes successives, et c'est ce qu'il a toujours pensé en particulier des étages appelés dévonien et carbonifère.

M. de Verneuil fait observer que la théorie de la translation des mers peut rendre compte, jusqu'à un certain point, de la succession de faunes distinctes dans une série de couches peu épaisses.

M. d'Omalius ajoute que les dénudations et les mouvements du sol ont amené des intervalles quelquefois très grands entre deux dépôts superposés ; ce qui peut expliquer les changements brusques de faunes.

A l'appui de cette observation, M. Hébert rappelle que,

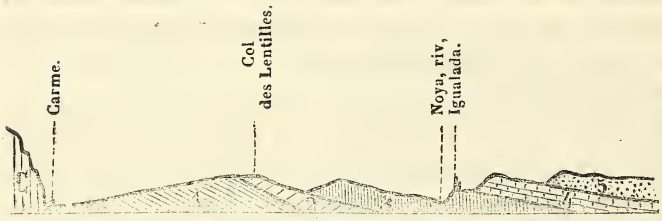
dans certaines parties de l'ouest de la France, il existe aussi une grande lacune entre le terrain carbonifère et le terrain dévonien inférieur.

M. Barrande dit que de même le terrain dévonien repose souvent sur l'étage silurien inférieur, l'étage silurien supérieur manquant entièrement.

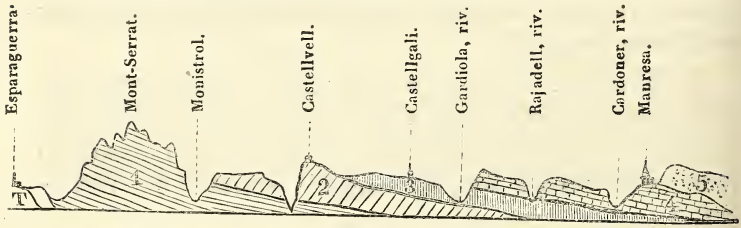
M. le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. A. Vézian :

Observations sur le terrain nummulitique de la province de Barcelone; par M. Alexandre Vézian.

Coupe du village de Carme à Igualada et au delà de cette ville.



Coupe d'Esparaguerra à Manresa.



I. Étage montserrien. — II. Étage castellien. — III. Étage igualadien. — IV. Étage manresien. — V. Grès et conglomérats supérieurs. — C. Terrain crétacé. — T. Trias et oolithe.

Tout ce qui se rattache à la formation nummulitique a le privilége de fixer l'attention des géologues. Malgré les nombreux travaux dont cette formation a été l'objet, les diverses questions que son étude a soulevées ne sont pas entièrement résolues. On ne connaît pas le nombre de divisions, étages ou sous-étages, dont elle est susceptible; on ignore les rapports synchroniques qui, d'une région à l'autre, lient les parties dont elle se compose; le dernier mot n'est pas dit

non plus sur ses véritables relations avec les autres formations qui la précèdent, l'accompagnent ou la suivent dans l'échelle géologique.

C'est donc avec empressement que j'ai saisi l'occasion qui se présentait à moi d'étudier le terrain nummulitique des environs de Barcelone. Je viens consigner ici le résultat de mes premières recherches, en m'abstenant d'entrer dans des détails qui donneraient trop d'étendue à ce mémoire.

On sait que le terrain nummulitique forme sur le versant méridional des Pyrénées une bande qui commence dans la Navarre, et se continue jusque dans la province de Gerona. Lorsque cette bande atteint la Catalogne, elle se divise en deux parties : l'une n'abandonne pas la région pyrénéenne; l'autre, sans jamais atteindre le bord de la mer, suit le bourrelet montagneux qui, de la province de Gerona, se dirige le long du littoral jusqu'à l'embouchure de l'Ébre et au delà.

Dans la province de Barcelone, ce bourrelet se compose de deux chaînes de montagnes, se dirigeant dans un sens parallèle à la côte, et laissant entre elles une région basse, entièrement recouverte par le terrain tertiaire marin.

La chaîne la plus voisine de la mer suit toutes les sinuosités du littoral : elle commence au cap Saint-Sébastien, et se présente jusque dans les environs de Barcelone sous la forme d'une arête entièrement granitique ou schisteuse : elle se termine ensuite par un groupe montagneux qui s'élève entre Barcelone et Tarragone, et qui est triasique, oolithique ou crétacé.

L'autre chaîne se distingue de la précédente, non-seulement par sa situation plus intérieure, mais aussi parce que le terrain nummulitique entre dans sa composition. Sa partie située dans la province de Barcelone offre : à l'E. le massif du Mont-Seny, entièrement granitique ou schisteux : à l'O., le groupe montagneux qui a le Montagut pour point culminant, et qui constitue une région presque entièrement triasique, oolithique et crétacée.

Le massif du Mont-Seny et le groupe du Montagut sont rattachés l'un à l'autre par une arête dont le Mont-Serrat est l'accident orographique le plus remarquable. Cette partie de la chaîne que nous décrivons offre vers le S. une pente abrupte, au bas de laquelle de nombreux détritus se sont accumulés pour donner lieu à l'alluvion pleistocène et aux diverses couches de la série tertiaire. Du même côté, elle présente jusqu'à une hauteur variable avec le point où l'on se trouve les strates fortement inclinés des terrains anté-nummulitiques qui existent dans les environs de Barcelone, et dont on peut voir la description sommaire dans notre travail sur le terrain post-pyrénéen de cette contrée. La crête de cette chaîne est ordinairement

constituée par le terrain nummulitique dont les couches, peu inclinées et très régulières dans leur stratification, ne perdent qu'insensiblement leur forte élévation, à mesure qu'elles s'éloignent des points culminants. Il en résulte que toute la chaîne présente dans son ensemble, du côté du N., une pente très douce.

Étage inférieur et faciès côtier du terrain nummulitique. — Mont-Serrat.

Toute la partie du terrain nummulitique qui s'appuie sur le bourrelet précédemment décrit constitue le faciès côtier, et représente le substratum de la formation qui fait le sujet de ce mémoire. Par suite de ce double caractère, elle se compose de roches détritiques en rapport, par la nature de leurs éléments, avec les roches voisines ou sous-jacentes.

Au pied du Mont-Seny, le terrain nummulitique offre des conglomérats avec galets granitiques et porphyriques, provenant du massif dont cette montagne est le point culminant. Mais, à mesure qu'on se rapproche du Mont-Serrat, le terrain granitique diminue d'importance, et les conglomérats nummulitiques, mis en contact immédiat avec d'autres formations, se chargent d'une plus grande quantité de cailloux calcaires qui les font passer au poudingue calcaire et au macigno.

J'ai dit que le Mont-Serrat était l'accident orographique le plus remarquable de la chaîne qui, limitant le terrain nummulitique, se développe du Mont-Seny au Montagut. C'est lui aussi qui permet d'étudier avec facilité, soit le premier étage du terrain nummulitique dans toute son extension, soit son faciès côtier nettement caractérisé. Nous allons par conséquent dire quelques mots de cette montagne célèbre.

La roche dont se compose tout le Mont-Serrat est un poudingue remarquable par sa tenacité, et formé de cailloux ou de blocs roulés de tout volume, quelquefois céphalaires. Ce poudingue est presque exclusivement calcaire, surtout vers le sommet de la montagne. Les cailloux granitiques ou quartzeux ne se montrent que dans les assises inférieures, sur le point où elles viennent s'appuyer contre le petit massif schisteux compris entre la rive gauche de la Noya et le Mont-Serrat. Toutes les roches qui existent aux environs sont représentées dans le poudingue et rendent sa nuance variable : on y retrouve le gris et le calcaire du terrain triasique, ainsi que le calcaire des terrains oolithique et crétacé.

Le poudingue passe à une argile et à un macigno qu'il est aisé

d'observer à la base de la montagne, du côté du Llobrégat. L'argile et le macigno offrent une nuance rougeâtre, qui contraste avec la couleur grisâtre du poudingue ; ils se présentent ordinairement en couches distinctes alternant avec celui-ci : mais on voit aussi le même banc de macigno passer à l'argile ou au conglomérat, selon que ses parties constitutives diminuent ou croissent de volume.

A mesure qu'on s'élève vers le sommet de la montagne, on voit le macigno et l'argile disparaître. A la hauteur du monastère, ils forment des strates assez minces au milieu des bancs épais de poudingue. Ceux-ci se succèdent comme les marches d'un escalier, en dessinant des corniches qui ont été mises à profit pour le tracé des deux chemins qui conduisent au monastère : c'est sur une de ces corniches que celui-ci est construit. Vers le sommet de la montagne, les argiles forment des lits à peine suffisants pour indiquer le sens de la stratification, et ne se montrent qu'à des intervalles de quarante à cinquante mètres.

Le Mont-Serrat forme comme une immense muraille, isolée de toutes parts, si n'est du côté du Bruch-de-Dal, où cette montagne se soude par sa base au massif schisteux qui s'élève sur le côté gauche de la route de Barcelone à Igualada. Elle se dirige approximativement dans le sens du S.-S.-E. au N.-N.-O., depuis le Llobrégat, où elle présente une face coupée à pic jusqu'à Casa-Masana, maison isolée où on laisse la route de Manresa, pour prendre le chemin du monastère. Par suite de la direction de la masse dont se compose le Mont-Serrat, c'est surtout du S.-O., c'est-à-dire de la plaine où est située Villafranca de Panadès, que la crête en scie qui termine cette montagne se montre au voyageur dans toute son étendue et sous son aspect le plus bizarre. La formation de cette crête est d'ailleurs aisée à expliquer. Lorsqu'une roche s'est déposée sans que ses parties constituantes aient varié de nature, et sans que des instants d'arrêt se soient manifestés dans l'acte de son dépôt, de manière à produire des plans de stratification, il arrive un moment où cette roche éprouve un mouvement de retrait. Des fentes s'y produisent dans un sens perpendiculaire à la stratification. Les eaux pluviales, secondées par les agents atmosphériques, en glissant à travers ces fentes, les élargissent et surtout les approfondissent de plus en plus. Si la roche est douée d'une grande ténacité, les blocs ainsi formés résistent longtemps à l'action érosive qui s'exerce sur eux. D'un autre côté, comme ils ont toujours au-dessous d'eux un point d'appui qui leur aurait manqué si la roche avait été stratifiée, ces blocs se détachent en aiguilles et en masses de plus en plus allongées.

Les couches de poudingue et de macigno que je viens de décrire

appartiennent toutes au terrain nummulitique : elles se montrent depuis la base du Mont-Serrat jusqu'à son sommet. MM. de Verneuil et Ed. Collomb n'exagèrent rien en donnant sur ce point aux dépôts nummulitiques une puissance de 900 mètres (*Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. X, p. 81), puisque le Mont-Serrat a une altitude de 1232 mètres au-dessus du niveau de la mer, et puisque le lit du fleuve, lorsqu'il baigne le pied de cette montagne, est bien loin de se trouver à une hauteur de 332 mètres au-dessus du même niveau. Et pourtant les couches que l'on observe au Mont-Serrat ne peuvent être considérées que comme représentant une partie seulement du terrain nummulitique de la province de Barcelone.

Toutes ces couches sont inclinées d'une quantité qui dépasse rarement 15°, quoiqu'elles aient participé au soulèvement qui a déterminé l'érection de la chaîne qui s'étend du Mont-Seny au Montagut. Cette chaîne, comme toutes celles qui accidentent la surface du globe, est le produit de plusieurs soulèvements successifs : mais elle porte l'empreinte générale du système des Alpes principales, postérieur au terrain nummulitique. Il n'est pas étonnant, par conséquent, que ce terrain ait subi l'influence de ce système de soulèvement, et que, de même qu'il se montre sur le haut sommet des Pyrénées, il constitue souvent la crête de la chaîne contre laquelle il s'appuie dans les environs de Barcelone.

On peut même, en étudiant le Mont-Serrat au point de vue stratigraphique, citer des faits qui démontrent que le terrain nummulitique a subi l'impulsion qui a occasionné l'apparition de la chaîne dont je viens de parler. En sortant d'Esparaguerra, par le chemin de Monistrol, on rencontre d'abord l'alluvion pliocène, formée de cailloux roulés, détachés en grand nombre du Mont-Serrat lui-même. Peu après, apparaît le terrain schisteux, représenté par des schistes décomposés d'un noir bleuâtre. Après avoir dépassé la Puda, établissement thermal qu'on aperçoit sur la rive gauche du Llobrégat, on rencontre le terrain triasique représenté par ses quatre étages. Celui-ci supporte quelques couches d'un calcaire très compacte, à cassure inégale, appartenant à la série oolithique. Les couches de ce calcaire sont presque verticales. Ici, on se trouve sur l'axe d'un système de soulèvement. La forte inclinaison des couches, leur allure tourmentée, les infiltrations ferrugineuses qui les pénètrent, le voisinage de la source sulfureuse de la Puda et des schistes décomposés le disent assez. Les couches nummulitiques qui viennent ensuite et s'appuient sur le calcaire oolithique participent au mouvement qui a redressé les couches de ce dernier. Ce n'est, il est vrai, que sur une étendue très restreinte, car l'on voit le terrain nummulitique re-

prendre vite l'allure qui lui est habituelle et qu'il conserve aux yeux du géologue qui remonte le cours du Llobrégat jusqu'à Manresa. Ses couches, souvent horizontales, ne sont jamais inclinées de plus de 20°, et leur stratification conserve une régularité remarquable.

Les roches qui constituent le Mont-Serrat ne nous ont fourni aucun fossile. Cette rareté ou plutôt cette absence de corps organisés est générale dans toute la partie inférieure du terrain nummulitique de la province de Barcelone et d'autres contrées. Les éléments dont se composent ces roches, quoique détachés des couches immédiatement sous-jacentes, ont d'ailleurs des formes très arrondies, ce qui indique qu'ils ont été soumis à l'action prolongée des vagues, action qui s'oppose presque toujours à la conservation des débris de corps organisés.

Coupe du village de Carme à Igualada.

Je vais maintenant transcrire la coupe suivante que j'ai prise du village de Carme à Igualada, et qui achèvera de donner une idée de la composition de la partie inférieure du terrain nummulitique, ainsi que de ses relations avec les terrains sur lesquels il repose. J'ai fait le relevé de cette coupe avec la plus minutieuse attention.

Le village de Carme est situé à cinq kilomètres S.-E. d'Igualada, sur la rive gauche du ruisseau de Mirallès, qui se jette dans la Noya, au village de Pobla. C'est à cinquante mètres S. de ce village que la coupe dont il est ici question a son point de départ.

A. — *Terrain secondaire.*

1. *Calcaire jurassique* compacte, formant la masse centrale de la montagne au pied de laquelle le village de Carme est situé.
2. *Calcaire néocomien* marneux, grisâtre et quelquefois d'un jaune rougeâtre, alternant avec des lits très minces de marnes jaunâtres. Cette assise se termine par quatre ou cinq couches de 1 décimètre, consistant en un calcaire compacte brun noirâtre.

B. — *Terrain nummulitique.*

3. Argile rougeâtre, puis d'un blanc jaunâtre : 3 mètres.
4. Calcaire argileux grisâtre, mêlé à des lits minces de marnes de la même nuance : 10 mètres.
5. Quatre bancs de grès argileux rougeâtre, intercalés dans une masse argileuse de la même nuance : 15 mètres.

Les couches appartenant à ces cinq assises offrent une inclinaison de 65 à 70 degrés. La dernière assise plonge sous la petite plaine d'alluvion qui supporte le village de Carme, et l'on ne peut observer le contact des couches dont je viens de parler avec celles dont je vais faire l'énumération, et qui se trou-

vent de l'autre côté du ruisseau de Mirallès. Celles-ci, quoique dirigées dans le même sens, n'ont plus qu'une inclinaison de 20 degrés.

6. Argile rougeâtre, avec quelques parties blanchâtres et infiltrations de carbonate de chaux et de sulfate de chaux, l'une et l'autre en minces lits stratifiés, en nids et en veines : 25 mètres.
7. Argile sableuse et argilite ; pas de gypse : 18 mètres.
8. Macigno d'un gris rougeâtre, fendillé et comme schistoïde dans un sens perpendiculaire à celui de la stratification : 5 mètres.
9. Argile semblable à celle du n° 6 : 30 mètres.
10. Argile semblable à celle du n° 7 : 60 mètres.
11. Macigno semblable à celui du n° 8 : 25 mètres.
12. Alternances de bancs puissants d'argile rougeâtre, avec de minces couches d'un macigno, passant d'une part au grès argileux, et de l'autre au calcaire argileux : 80 mètres.
13. Conglomérat calcaire, composé surtout de cailloux roulés appartenant, ainsi que ceux offerts par l'assise précédente, aux terrains oolithique et néocomien : 2 mètres.
14. Argile : 2 mètres.
15. Calcaire argileux, bigarré de gris, de jaune et de rouge, passant dans certains points au macigno en couches d'une puissance variable, fendillées dans tous les sens, alternant dans la partie supérieure avec quelques bancs argileux : 20 mètres.
16. Conglomérat calcaire semblable à celui du n° 13, et passant sur certains points au macigno : 3 mètres.
17. Calcaire blanchâtre semblable à celui du n° 15 : 5 mètres.
18. Conglomérat rougeâtre, ou blanchâtre, semblable à celui du n° 16 : 12 mètres.
19. Grès argilo-calcarifère, d'un gris rougeâtre : 6 mètres.

    Ici se montrent les premiers débris de corps organisés : ce sont des Nummulites.
20. Marne argileuse rougeâtre, blanchâtre ou grisâtre, alternant avec des lits de macigno de la même nuance : 8 mètres.
21. Assise semblable à la précédente, mais s'en distinguant par une nuance uniformément rougeâtre : 8 mètres.

    Toutes les assises que je viens d'énumérer forment une zone qui se reconnaît à distance par sa couleur uniformément rougeâtre. Ici cette nuance disparaît totalement pour ne se montrer de nouveau qu'avec le grès et les conglomérats qui terminent la série nummulitique tout entière.
22. Conglomérat semblable à celui du n° 13 : 9 mètres.
23. Macigno passant sur certains points au poudingue calcaire : 6 mètres.
24. Marnes bleues, alternant avec des couches assez puissantes de calcaire subcompacte ou marneux ; les marnes deviennent, sur certains points, jaunâtres : 40 mètres.

    Cette assise se trouve au *Col des lentilles*, dont le nom

indique assez la nature des débris de corps organisés qu'on y rencontre.

25. Calcaire semblable à celui de l'assise précédente, se délitant en fragments arrondis, très dur, pétri sur certains points de Nummulites : 60 mètres.

26. Assise presque exclusivement marneuse : marnes bleues mêlées à des lits minces de calcaire marneux : 20 mètres.

27. Calcaire marneux, schistoïde, alternant avec des bancs de marne d'un gris bleuâtre : 6 mètres.

28. Marne grisâtre, alternant avec des lits de macigno ou de calcaire marneux ; offrant du gypse jauni par l'hydrate de fer : 40 mètres.

C'est sur ces marnes que la ville d'Igualada est située ; elles supportent une autre assise de calcaire dont je parlerai tout à l'heure, et ce calcaire est lui-même recouvert par le grès qui complète la série nummulitique.

Dans cette coupe, l'étage inférieur du terrain nummulitique offre une composition plus variée qu'au Mont-Serrat. Quant à l'étendue qui, au village de Carme, doit être donnée à cet étage, il peut y avoir du doute : on peut le considérer comme limité, soit par la première apparition des Nummulites, soit par le point où la couleur rougeâtre disparaît, soit par celui où les conglomérats cessent de se montrer. J'adopte la deuxième limite, et je considère le premier étage comme étant composé des assises comprises entre le n° 3 et le n° 21 inclusivement. Cet étage y est caractérisé, ainsi que dans toute la province de Barcelone, par la nature détritique des éléments constitutifs de ses roches, par la rareté des débris de corps organisés et par sa nuance presque toujours rougeâtre.

Dans la même coupe, les couches les plus voisines des couches oolithiques et crétacées sous-jacentes participent à la forte inclinaison de ces dernières, tandis que les autres sont à peine redressées. C'est un effet semblable à celui que j'ai observé au pied du Mont-Serrat. Mais tandis qu'au Mont-Serrat les mêmes couches, par suite d'une stratification en fond de bateau, se montrent fortement inclinées sur un point, et horizontales sur un autre, la petite plaine d'alluvion qui supporte le village de Carme cache, sur une étendue de 100 mètres environ, les couches qui marquent le passage d'une stratification à l'autre. Il en résulte qu'au premier abord on pourrait croire à une discordance, et détacher, pour en former un groupe à part, les assises inscrites sous les n°s 3, 4 et 5.

Mais cette discordance apparente prouve que le soulèvement qui l'a produite est postérieur au terrain nummulitique et qu'il s'est effectué sur un point où les terrains jurassique et crétacé étaient

recouverts en stratification concordante par les couches nummulitiques. Les assises 6 et suivantes, plus éloignées de l'axe du soulèvement, ont subi son action à un moindre degré. Voici, du reste, une autre observation que j'ai eu l'occasion de faire au pied du Mont-Serrat, et qui démontre également que ce n'est qu'avec une certaine réserve et après un examen attentif qu'on peut reconnaître l'existence de deux formations indépendantes dans un ensemble de couches diversement stratifiées.

Lorsqu'on sort du village de Collbatie pour gravir le Mont-Serrat, on marche sur des couches de calcaire jurassique, inclinées de 70°, et se dirigeant de l'E. 40° S. à l'O. 40° N. On rencontre ensuite un éboulis d'une grande puissance, au-dessus duquel le poudingue du Mont-Serrat se place à découvert, avec une direction générale de l'E. à l'O., et une inclinaison de 25° du S. au N. Les débris accumulés au pied de la montagne recouvrent le point de contact entre le calcaire oolithique et le poudingue, de sorte qu'il n'est plus possible de constater si la discordance de stratification qui existe entre eux est réelle. Mais, si l'on suit le lit du torrent qui, de ce point, va se jeter dans le Llobrégat un peu au-dessus de la Puda, on voit les couches de poudingue et de macigno qui constituent la base du Mont-Serrat présenter sur la rive gauche de ce torrent, c'est-à-dire du côté de cette montagne, une inclinaison très faible. Au contraire, sur la rive droite, les mêmes couches se redressent d'une manière rapide pour participer à l'inclinaison très forte des couches du calcaire oolithique presque verticales, ainsi que je l'ai déjà dit.

Ici, il n'y a pas à hésiter sur la vraie relation des couches qu'on a devant soi ; mais le doute subsisterait si le point de contact était caché par des éboulis, comme à Collbatie, ou par une petite plaine d'alluvion comme au village de Carme.

Environs d'Igualada : division du terrain nummulitique en étages.

Dans la province de Barcelone, des argiles, des grès, des conglomérats, toujours sans fossiles et ordinairement rougeâtres, ouvrent et ferment la série nummulitique. La partie moyenne, très riche en débris de corps organisés et ordinairement dépourvue de roches à éléments détritiques d'un certain volume, se compose presque toujours de calcaires et de marnes le plus souvent grisâtres ou bleuâtres. Elle se partage en trois étages que caractérisent leur ordre de superposition, leur faune et la nature de leurs roches, et que je désignerai provisoirement sous les noms d'étages *castellien*, *igualadien*, *manrésien*.

L'étage castellien (calcaire du col des Lentilles, de Castelloli, de Castellvell) est représenté dans la coupe précédente par les assises 22 à 25. Les premières de ces assises ont quelques-uns des caractères pétrographiques de la partie inférieure du terrain nummulitique, et peuvent être considérés comme constituant une transition.

Cet étage est ordinairement formé par un calcaire compacte, souvent pétri de Nummulites et alternant avec des marnes grises. Il couvre une zone continue qui se dirige parallèlement à celle formant le substratum de tout le terrain nummulitique. Dans le rayon que j'ai parcouru, cette zone commence au col des Lentilles, à deux lieues S.-O. d'Igualada ; elle passe à Vilanova del Carni, à Castell-Oli, contourne le Mont-Serrat du côté du N., et se dirige vers San-Miguel del Fay, en passant par Castellvell. Au village de Castell-Oli, situé sur la route de Barcelone à Igualada, et à deux lieues de cette dernière ville, l'étage dont je parle est représenté par un calcaire compacte, grenu ou esquilleux, avec lamelles cristallines et à cassure inégale. Ce calcaire, bleuâtre sur certains points et grisâtre sur d'autres, est pétri de Nummulites et de petits *Pecten*.

Les talus des bords de la route que l'on suit en sortant de Castell-Oli du côté de Barcelone le montrent en couches puissantes, empâtant des *Cerithium giganteum* qu'il est impossible de dégager de la roche. A mesure qu'on se rapproche du Mont-Serrat, il se charge de plus en plus de cailloux calcaires, auxquels se mêlent quelques cailloux quartzeux. Il alterne en même temps avec des couches de plus en plus nombreuses de grès et de macigno jaunâtre : il perd toute trace de fossiles ; sa nuance devient moins foncée, sa structure plus schistoïde. Un peu avant d'atteindre le Bruch, il passe définitivement au poudingue du Mont-Serrat. On peut ainsi observer le passage insensible qui lie les deux premiers étages du terrain nummulitique, et dont nous avons vu déjà un exemple au col des Lentilles.

Étage igualadien. — La ville d'Igualada est entourée de tous côtés par le terrain nummulitique ; elle est bâtie sur des couches marneuses représentées dans la coupe du col des Lentilles par les assises 26, 27 et 28 : c'est de la réunion de ces trois assises que je compose mon étage igualadien.

Les marnes qui constituent cet étage sont d'une nuance bleuâtre se changeant en gris dans les couches supérieures. Elles alternent avec des couches très minces d'un calcaire marneux ou de marnolithe, remarquable par sa tendance à se déliter en fragments arrondis. Je ne puis mieux faire, pour dépeindre l'aspect général de cet étage que de le comparer aux marnes supraliasiques : l'analogie est d'autant plus grande que le calcaire de l'étage sous-jacent ressemble au cal-

caire à Gryphées, et que la roche de l'étage supérieur offre une nuance claire, de même que le lias blanc qui recouvre les marnes supraliasiques.

Les marnes de l'étage igualadien m'ont fourni, à cause de leurs caractères très nets, un point de repère précieux que j'ai mis à profit dès mes premières explorations. Ce sont elles aussi qui m'ont procuré le plus grand nombre de fossiles.

Étage manrésien. — Au-dessus des marnes dont il vient d'être question, les environs d'Igualada montrent un calcaire jaunâtre ou grisâtre, formant des couches de deux à trois mètres de puissance, séparées par des lits peu épais de marnes de la même nuance. Cette roche, d'une texture très compacte et quelquefois subcristalline, offre encore des Nummulites; mais les fossiles dominants appartiennent à l'ordre des Echinoïdes.

C'est de l'étage manrésien que dépend le gypse exploité aux environs d'Igualada, et surtout au village d'Odena, situé à quatre kilomètres de cette ville. Le gypse exploité est blanc, saccharoïde ou lamellaire, en couches ou amas d'une grande puissance : les carrières de gypse s'aperçoivent d'une certaine distance et se montrent comme de grandes taches blanches sur le flanc des collines où elles sont ouvertes.

L'étage manrésien forme à la surface du sol une zone qui, d'Igualada à Manresa, se développe parallèlement à celles que les étages précédents constituent. Cette zone est interrompue sur un grand nombre de points par suite de l'influence des cours d'eau qui ont profondément raviné le sol et ont amené la formation de montagnes isolées, dont la crête est précisément constituée par les roches de l'étage manrésien. Ces montagnes montrent sur leurs flancs les marnes de l'étage igualadien et à leur base le calcaire de l'étage castellien.

Les strates de l'étage Manrésien plongent à l'O. sous une masse puissante de grès argileux ou psammite rougeâtre, sans fossiles, qui termine la série dont je viens d'indiquer les principaux termes. Ce grès s'observe à une lieue environ d'Igualada, sur la route qui de cette ville conduit à Cervera. Plus loin, il disparaît à son tour sous des couches lacustres qui ont été rapportées à l'époque miocène. Il ne faut pas conclure de ce fait que l'étage éocène ne soit pas représenté, soit dans le bassin méditerranéen, soit dans la province de Barcelone elle-même. Je ne reviendrai pas ici sur les détails que j'ai consignés à ce sujet dans mon travail sur le terrain postpyrénéen des environs de Barcelone.

Coupe d'Esparraguerra à Manresa. Stratigraphie des cinq étages nummulitiques.

Dans cette coupe je prendrai pour point de départ les premières couches nummulitiques qui se présentent à l'observateur, c'est-à-dire celles qui, vis-à-vis de l'établissement thermal de la Puda, sont en contact immédiat avec le terrain oolithique. Ce sont les mêmes dont il a été question à la page 373. Elles se font remarquer d'abord par une grande ressemblance avec le grès triasique, dont elles ne constituent qu'un remaniement sur place. Elles se composent d'un conglomérat quartzeux, alternant avec des bancs de grès et d'argile, quelquefois grisâtre, mais bien plus souvent rougeâtre. Mais, par le mélange de l'élément calcaire, le conglomérat passe bientôt au poudingue, d'abord polygénique, puis calcaire ; les grès se transforment en macigno et les argiles disparaissent. On est ici au pied du Mont-Serrat, et le poudingue ne joue pas sur ce point, comme au sommet de la montagne, un rôle exclusif. Il alterne d'une manière assez régulière avec le macigno ; on observe en même temps des passages de l'une à l'autre roche dans le même banc.

Le poudingue et le macigno renferment un ciment calcaire, d'abord invisible, puis en proportion plus forte. C'est par l'augmentation de ce ciment que le poudingue et le macigno passent insensiblement à un calcaire d'abord marneux, puis tout à fait compacte et dépouillé d'éléments étrangers.

Les diverses transformations que je viens de relater ne s'effectuent que d'une manière insensible et à de longues distances : ce fait résulte de ce que, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, ces couches nummulitiques ont une stratification très régulière, et n'ont éprouvé, aux environs de Barcelone, aucun plissement : elles n'ont été soumises qu'à des failles et à des dislocations qui leur ont fait perdre leur horizontalité, mais non leur direction rectiligne. Leur inclinaison est très faible, et le géologue qui remonte le cours du Llobrégat marche longtemps sur chacune d'elles.

Ce n'est qu'un peu avant Castellvell, à huit kilomètres du point où nous avons vu le terrain nummulitique en contact avec les couches jurassiques, qu'on rencontre le calcaire de l'étage castellien, que nous avons observé tout à l'heure à Castell-Oli. Ce calcaire y est, comme sur ce dernier point, compacte, esquilleux, avec lamelles cristallines, grisâtre, à cassure inégale : il renferme également de nombreuses Nummulites. Il se présente en couches régulières, de 1 à 2 mètres de puissance, alternant avec des bancs marneux gri-

sâtres très minces. Plus loin, il devient marneux, schistoïde, d'un brun grisâtre.

Puis apparaissent les marnes bleues qui constituent l'étage igualadien, et qui sont absolument semblables à celles qui s'observent entre Igualada et Castell-Oli. Ces marnes supportent, entre Castell-Gali et la ville de Manresa, des couches calcaires de 2 à 3 mètres de puissance, très régulièrement stratifiées et alternant avec des bancs gréseux ou marneux. On peut, pendant longtemps, suivre du regard les mêmes couches sur le bord de la rivière de Cardoner, que l'on rencontre dès que l'on a dépassé le village de Castell-Gali. Au-dessous de Manresa, ces couches sont divisées, par des fissures perpendiculaires à la stratification, en blocs rhomboédriques dont quelques-uns ont jusqu'à 3 ou 4 mètres de longueur.

Les puissantes couches de calcaire qui supportent Manresa sont la continuation de celles qu'on observe dans les environs d'Igualada, au-dessus des marnes bleues, et que j'ai réunies sous le nom d'étage manrésien. Elles se joignent les unes et les autres, en passant au nord du Mont-Serrat.

Le grès nummulitique supérieur se montre en sortant de Manresa par le chemin de Cardona ; il constitue une chaîne de hautes collines qui se prolonge sans solution de continuité depuis Manresa jusqu'au nord d'Igualada.

Je ne puis entrer dans aucun détail au sujet de ce dernier étage nummulitique, parce que je n'ai point parcouru la zone qu'il recouvre. Je me suis contenté d'observer son point de contact avec l'étage nummulitique sous-jacent, et de constater qu'il y a entre les deux concordance de stratification. Je me suis également assuré qu'il ne renferme pas de débris de corps organisés, et que ses roches conservent habituellement une nuance rougeâtre et ont la plupart des caractères pétrographiques de celles qui se placent à la base du terrain nummulitique.

Les cinq étages nummulitiques de la province de Barcelone ne se recouvrent pas immédiatement les uns les autres, comme le font les diverses parties d'un même terrain dont la dernière couche peut seule s'observer sur une grande étendue, lorsque l'on parcourt la région où ce terrain existe. Sans pouvoir affirmer qu'il y ait, entre chacun des cinq étages nummulitiques, des discordances d'isolement nettement caractérisées, il est bon de faire remarquer qu'ils sont en quelque sorte placés en retrait les uns par rapport aux autres. Ils forment chacun une zone assez large dans toute l'étendue de laquelle ils se montrent à découvert, et c'est ainsi que sur une carte on peut reconnaître, entre les deux lignes qui marquent le commencement

des étages inférieur et supérieur, une distance de plusieurs kilomètres. Ces rapports stratigraphiques entre les divers étages nummulitiques ne reconnaissent pas pour cause l'action érosive des cours d'eau. L'étude attentive de la topographie de la contrée ne rend pas cette hypothèse admissible. On est conduit à supposer que les couches déposées dans la mer nummulitique s'éloignaient successivement du premier littoral dans l'ordre de leur dépôt, par suite soit d'un comblement de cette mer elle-même, soit, ce qui est plus probable, d'un exhaussement du sol. Cet exhaussement du sol, tout en rendant compte du mode de distribution géographique des cinq étages que j'ai reconnus dans la formation nummulitique, rendrait très admissible la complète indépendance et l'autonomie de chacun d'eux. La formation nummulitique serait une agrégation de terrains, plutôt qu'un terrain unique.

Considérations paléontologiques.

Toute la partie moyenne du terrain nummulitique est d'une grande richesse en débris de corps organisés. Je m'occupe de l'étude des fossiles que j'y ai recueillis ; voici la liste de ceux que j'ai actuellement déterminés :

MOLLUSQUES.

Nautilus Rollandi, Leym.
Turritella imbricataria, var. c, Desh.
— *carinifera*, Desh.
Natica Orbignyi, d'Arch.
— *longispira*, Leym.
— *brevispira*, Leym.
— *sigaretina*, Desh.
Solarium simplex, Leym.
Terebellum carcassense, Leym.
Voluta rarispina, Lam.
Rostellaria spirata, Al. Rouault
— *fissurella*, Lam.
— *Lejeunii*, Al. Rouault.
Cerithium giganteum, Lam.
— *cornu-copiæ*, Lam.
Pholadomya arcuata, Agass.
— *Prevosti*, Desh.?
Venus lenticularis, d'Arch.
— *rubiensis*, Leym.
Crassatella gibbosula, Lam.
— *securis*, Leym.
Crassatella ponderosa, Lam.
— *sulcata*, Sow.
Venericardia trigona, Leym.
Pinna margaritacea, Lam.
Lithodomus lithophagus, Lam.
Lima muricata, Goldf.
— *igualadensis*, nob.
— *Duvalii*, Al. Rouault.
Pecten triginta-radius, Dixon.
— *subtripartitus*, d'Arch.
— — var. a, d'Arch.
— *Michelotti*, var. a, nob.
— *imbricatus*, var. a, nob.
Spondylus asperulus, var. n, Münst.
— *podopsidens*, Lam.
— *bifrons*, Münst.
Ostrea latissima, Desh.
— — var. a, nob.

ZOOPHYTES.

Retepora alveolaris, Blainv.
Orbitolites Fortisii, d'Arch.

Orbitolites papyracea, d'Arch.
— *sella*, d'Arch.
— *radians*, d'Arch.
— *alveolaris*, nob.
Eupatagus ornatus, Agass.
Spatangus obesus, Leym.
Echinometra Thomsoni, d'Arch. et Haime.
Operculina ammonea, Leym.
— *granulosa*, Leym.
Nummulites lævigata, Lam.
— *perforata*, d'Orb.
— *Lucasana*, Defr.
— *biaritzensis*, d'Arch.
— *striata*, d'Orb.
Turbinolia cyclolitoides, Bell.
— *conoidea*, nob.
Trochocyathus Van den Heckei, M. Edwards et J. Haime.
Cyathina vertebrata, d'Arch.
Trochosmilia elongata, Reuss.
— *bilobata*, Mich.
— *Jeanjeanii*, nob.
— *castelensis*, nob.
— *corniculum*, Mich.
— *hippuritiformis*, nob.
— *sub-hippuritiformis*, nob.
— *cernua*, Goldf.
Stylocœnia Vicarei, J. Haime.
Stephanocœnia intersepta, Lam.
Ostrea octolamellosa, Mich.
— *Teissieriana*, Mich.
Dimorphastrea glomerata, Reus.
Porites elegans, Leym.
Cyclolites Borsonis, Mich.
Cyathoseris Haidingeri, Reuss.
Pachyseris Murchisoni, J. Haime.

J'ai encore recueilli dans le terrain nummulitique de la province de Barcelone des dents de Squale (marnes bleues de Castell-Oli), des individus du genre *Cancer* (mêmes couches), des Serpules, d'autres mollusques, des baguettes de Cidaris et des polypiers.

Dans cette liste, il est assez difficile de faire la part de ce qui revient à chacun des trois étages qui les ont fournis : quelques espèces se trouvent dans deux étages à la fois, et, de plus, pour la plupart des échantillons que j'ai recueillis, il ne m'a pas toujours été facile de reconnaître avec précision la couche d'où ils proviennent. Je dois avouer enfin que, dans le commencement de mon exploration, je ne m'attendais pas à voir dans le terrain nummulitique une formation aussi complexe. Toutefois, je puis donner les indications suivantes :

Le second et le troisième étage sont caractérisés par l'abondance des Nummulites et des polypiers : comme les Nummulites, ceux-ci sont nombreux en individus, mais ils le sont de plus en espèces. Parmi les Nummulites, c'est la *Nummulites perforata* qui est la plus commune, et c'est la variété B, *columbrensis*, qui domine au col des Lentilles. La variété C, disent MM. de Verneuil et Ed. Collomb, a été trouvée dans les marnes grises, c'est-à-dire dans notre étage igualadien, et par conséquent à un niveau supérieur à celui de la variété précédente. C'est aussi à cet étage que semblent appartenir l'*Operculina ammonea* et l'*O. granulosa*, ainsi que les diverses espèces d'Orbitolites que j'ai citées; ces marnes montrent en outre de nombreux fragments de *Retepora alveolaris*.

L'étage manrésien est au contraire caractérisé par le grand nombre d'Échinides qu'il renferme : c'est lui qui nous a fourni le *Spatangus obesus*, l'*Eupatagus ornatus*, l'*Echinometra Thomsoni*. Le *Spatangus obesus* se rencontre aussi dans l'étage igualadien.

Le seul individu de *Nautilus Rollandi* que j'aie rencontré m'a été fourni par l'étage igualadien, au bord de la route, en sortant de Castell-Oli : c'est sur ce point et dans ce terrain que j'ai recueilli l'*O. latissima*, Desh., ou du moins un individu ne se distinguant de cette espèce type que par quelques différences dans la charnière ; l'*O. latissima* est remarquable, soit dans l'espèce type, soit dans notre variété, par sa forme aplatie : je crois être le premier à signaler la présence de cette forme dans la zone asiatico-méditerranéenne, où elle était censée représentée par l'*O. gigantea*, Brander (considérée par M. Deshayes comme une variété gibbeuse de son *O. latissima*), ou par l'*O. gigantea*, Leym.

Parmi les mollusques dont se compose la liste précédente, il n'en est que trois qui se retrouvent dans le terrain crétacé, et encore leur détermination est-elle pour moi accompagnée de doute ; ce sont : *Natica Orbignyi*, *Pholadomya Prevosti* et *Venus lenticularis*. Cette liste, quelque restreinte qu'elle soit, accuse au contraire entre les faunes malacologiques des terrains nummulitique et tertiaire des affinités bien plus intimes. La *Turritella imbricataria*, var. c, Desh., se retrouve dans les sables de Bracheux, et par conséquent dans le terrain nummulitique du Soissonnais. La *Turritella carinifera* existe également dans le terrain nummulitique de Biaritz, dans le terrain tertiaire inférieur de l'Oise et dans le calcaire grossier du bassin de Paris : il en est de même de la *Natica sigaretina*, de la *Rostellaria fissurella*.

Le terrain nummulitique me paraît même, dans l'état actuel de la science, lié avec le terrain miocène par des rapports plus intimes qu'avec le terrain crétacé. Notre tableau offre trois espèces communes à l'étage miocène et à la formation nummulitique ; ce sont : *Voluta rarispina*, *Pholadomya arcuata*, *Lithodomus lithophagus*. On sait que la première de ces trois espèces est reconnue comme caractéristique du terrain miocène, et surtout des faluns jaunes : comme les termes de comparaison ne m'ont pas manqué pour la détermination de cette espèce, c'est sans hésitation aucune que je signale sa présence dans le terrain nummulitique des environs de Barcelone.

Lorsque j'aurai pu compléter la détermination des fossiles que le terrain nummulitique de la province de Barcelone m'a fournis, on verra que le nombre d'espèces de polypiers est relativement bien

plus considérable que ne l'indique le tableau que j'en donne provisoirement : mais le caractère de cette partie de la faune locale que j'étudie n'en sera pas changé : il sera remarquable par l'abondance des espèces dont les individus vivent isolément, ou ne forment pas, par leur agrégation, de grandes masses : c'est le contraire que j'ai observé pour la faune zoophytologique du terrain miocène de la même contrée.

Conclusions.

D'après les faits que je viens d'exposer, le terrain nummulitique des environs de Barcelone se compose de cinq étages distincts par leur ordre de superposition, la nature de leurs roches constitutives et leurs caractères paléontologiques : il y a néanmoins entre tous concordance de stratification, et les passages insensibles qui les rattachent les uns aux autres démontrent qu'ils appartiennent à un même ensemble.

Le terrain nummulitique a été étudié, au point de vue géognostique, dans les Hautes-Alpes par MM. Lory et Rozet, et dans le Valais par M. E. Renevier. Les observations de ces géologues et les travaux de M. Leymerie et d'autres observateurs sur les couches à Nummulites tendent à démontrer la possibilité et la convenance d'établir dans le terrain nummulitique méditerranéen une division semblable à celle que j'ai adoptée pour les environs de Barcelone.

I. — *Étage Mont-Serrien.* — Cet étage, très développé au Mont-Serrat (d'où le nom que je lui donne), offre des conglomérats, des grès et des argiles. C'est avec lui qu'apparaissent les premières Nummulites ; elles sont peu nombreuses, de petite taille, et constituent presque les seuls débris de corps organisés marins qu'il renferme. Dans un grand nombre de contrées, il renferme des coquilles lacustres dont la plus remarquable est la *Physa gigantea.* Ces coquilles lacustres manquent dans le terrain nummulitique de la province de Barcelone, où l'étage Mont-Serrien est représenté par des *macigni* et des conglomérats rougeâtres, et n'offrant d'autres fossiles que des Nummulites qui ne se montrent que dans le voisinage de l'étage suivant (*N. striata?*). L'étage Mont-Serrien est représenté dans les Corbières par le calcaire lacustre de Montolieu et par des marnes recouvrant des grès et des poudingues ; dans les Hautes-Alpes, par des grès et des conglomérats sans fossiles, supportant quelquefois un banc de calcaire sableux roussâtre, avec Nummulites : dans le Valais, tantôt par une mince couche brunâtre avec quelques *N. Ramondi*, Defr., var. D (à la Cordaz), tantôt par une puissante assise de calcaire sans fossiles, recouverte par un banc de calcaire jaunâtre (Dent du Midi).

II. *Étage Castellien.* — Cet étage est généralement calcaire ; les Nummulites y sont très nombreuses, ainsi que dans les deux étages suivants : il renferme en outre beaucoup de polypiers (surtout des genres *Turbinolia* et *Trochosmilia*), des *Pecten* de petite taille et un grand nombre de *Natica* et d'autres gastéropodes. Les *Cerithium* y sont nombreux en individus, lorsqu'on ne considère qu'une seule localité, et en espèces si l'on réunit plusieurs régions : de là le nom de *couches à Cérites* qu'on donne souvent à cette partie du terrain nummulitique. L'étage Castellien est représenté dans les Corbières par les calcaires compactes de Lagrasse ; dans les Hautes-Alpes, par des calcaires marneux, des grès et des marnes avec Cérites, Natices, etc. ; dans le Valais, par un calcaire schisteux noirâtre, également avec Cérites.

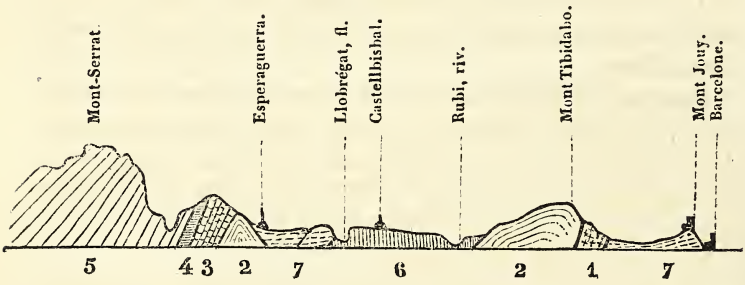
III. *Étage Igualadien.* — Il est généralement marneux ; mais souvent ces marnes alternent avec des assises calcaires. La faune offre beaucoup d'analogie avec celles des deux étages entre lesquels il se trouve intercalé. Les polypiers y sont plus nombreux, les Orbitolites et les Operculines (*Operculina ammonea*) y abondent : on y trouve aussi quelques Oursins et notamment des Spatangues (*Spatangus obesus*). Cet étage est représenté dans les Corbières par les marnes noires de Couiza et de Coustonge ; dans les Hautes-Alpes, par diverses roches et notamment des marnes sableuses, noires, très schisteuses ; dans le Valais, cet étage est plus difficile à retrouver : peut-être s'y confond-il avec le précédent.

IV. *Étage Manrésien.* — Il est presque toujours calcaire, et ses roches offrent une nuance plus claire que celles des groupes précédents. Il contient toujours des polypiers et des Nummulites, mais ses principaux caractères paléontologiques semblent résulter de la présence d'échinoïdes nombreux en individus et en espèces. Il est représenté dans la province de Barcelone par un calcaire compacte jaunâtre, avec gypse exploité, et renfermant, entre autres fossiles, *Eupatagus ornatus*, *Spatangus obesus*, *Echinometra Thomsoni;* dans les Corbières, par les calcaires compactes de couleur claire de Conques et de Coustonge ; dans les Hautes-Alpes, par des calcaires compactes, d'un gris foncé, avec Nummulites et polypiers ; dans le Valais, par des couches de calcaire à Nummulites précédé par des calcaires avec oursins (*Eupatagus elongatus*, *Scutellina* et *Echynocyamus*).

V. ..... — La partie supérieure du terrain nummulitique se distingue par l'absence complète non-seulement de Nummulites, mais même de débris de corps organisés appartenant au règne animal. Dans les environs de Barcelone, elle n'offre que des *macigni* et des

conglomérats rougeâtres sans fossiles. Elle constitue un vaste ensemble, représenté dans les Corbières par des calcaires sableux ou marneux ; dans les Hautes-Alpes, par des couches marneuses, schistoïdes, bleuâtres, sans fossiles, passant à une masse puissante de *grès moucheté ;* dans le Valais, par des schistes sans fossiles ; dans la Suisse, par le *flysch ;* et en Italie, par le *macigno à fucoïdes.* Cet ensemble me paraît correspondre à l'argile plastique du bassin de Paris, et, dans aucun cas, ne pouvoir remonter plus haut que le calcaire grossier : comme l'argile plastique et le calcaire grossier renferment aussi des Nummulites, je vois dans ce fait une raison suffisante pour ne pas séparer du terrain nummulitique les couches dont je viens de parler en dernier lieu. Je ne donne pas à l'étage qui résulte de la réunion de ces couches de désignation en rapport avec la nomenclature que je propose provisoirement pour le terrain nummulitique de la Méditerranée. Je ne le crois pas nécessaire, puisque je suis porté à admettre le parallélisme des couches à fucoïdes avec l'argile plastique, et, par conséquent, la convenance de les confondre dans un même ensemble qui a déjà reçu de M. d'Orbigny le nom de *suessonien.* Toutefois, comme l'espace me manque pour discuter les rapports du terrain nummulitique de la Méditerranée avec les formations qui, dans le bassin parisien, peuvent lui correspondre, je renvoie cet examen à une occasion plus favorable.

Coupe de Barcelone au Mont-Serrat.



1. Granite. — 2. Terrain schisteux. — 3. Trias. — 4. Oolithe. — 5. Terrain nummulitique — 6. Terrain lacustre éocène. — 7. Terrains miocène et pliocène.

Séance du 26 *janvier* 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. l'abbé Docq, professeur de géologie à l'Université, à Louvain (Belgique) ; présenté par MM. d'Omalius-d'Halloy et Damour.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le chevalier T. A. Catullo, *Dei terreni di sedimento superiore delle Venezie e dei fossili Bryozoari, Antozoari e Spongiari ai quali danno ricetto,* grand in-4, VIII-88 p., XIX pl., Padoue, 1856 ; chez A. Sicca.

De la part de M. Ch. Sainte-Claire Deville, *Sur les émanations volcaniques* (Mémoire lu à l'Académie des sciences, les 17 novembre 1855 et 12 janvier 1856), in-4, 26 p.

De la part de M. d'Omalius-d'Halloy, *Cinquième note sur la classification des races humaines* (extr. du t. XXIII, nos 12 et 13 des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*), in-8, 23 p., 1856.

De la part de M. le docteur J.-B. Greppin, *Complément aux notes géologiques publiées dans les Nouv. mém. de la Soc. helvétiq. des sc. nat.*, t. XIV (extr. des *Nouv. mém. de la Soc. helvétiq. des sc. nat.*, t. XV), in-4, 16 p., 1 pl. de coupes. Zurich, 1856 ; chez Zütcher et Fusser.

De la part de M. W. P. Blake :

1° *Notice of remarkable strata containing the remains of Infusoria and Polythalamia in the tertiary formation of Monterey, California* (from the *Proceed. of the Ac. of nat. sc. of Philadelphia*, avril 1855), in-8, 3 p.

2° *Observations on the extent of the gold region of California and Oregon* (from the *Amer. Journ. of science and arts*, vol. XX, sec. ser., july 1855), in-8.

3° *On the grooving and polishing of hard rocks and minerals by dry sand* (from the *American Journ. of sc. and arts, sec. ser.*, vol. XX, sept. 1855), in-8, 4 p.

4° *Description of the fossils and shells collected in California*, in-8, 34 p.; Washington, 1855.

5° *From the Proceedings of the Providence meeting of the Amer. assoc. for the advanc. of science. — Various abstracts*, in-8, 12 p.

6° *On the rate of evaporation on the Tulare lakes of California* (from the *Amer. Journ. of sc. and arts, may* 1856), in-8, 4 p.

De la part de M. W. H. Emory, *Boundary between the United States and Mexico*, 1 feuille, grand aigle.

De la part de M. Fermin Ferrer, *Geographical map of the Republic of Nicaragua*, 1 feuille colombier, 1855.

De la part de M. W. J. Hamilton, *Address delivered at the anniversary meeting of the geological Society of London, on the* 15th *of february* 1856, in-8, 99 p., Londres, 1856; chez Taylor et Francis.

De la part de M. G. R. B. Horner, *Medical topography of Brazil and Uruguay*, in-8, 296 p., Philadelphia, 1845; chez Lindsay et Blakiston.

De la part de M. Isaac Lea, *Description of a new mollusk from the red sandstone, near Pottsville, Pa.* (from the *Proceed. of the Acad. of nat. sc. of Philadelphia, may* 1855), in-8, 2 p., 1 pl.

De la part de M. J. S. Newberry, *Description of several new genera and species of fossil Fishes, from the carboniferous strata of Ohio* (from the *Proceed. of the Acad. of nat. sc. of Philadelphia, april* 1856); in-8, 5 p.

De la part de M. le docteur John B. Trask, *Report on the geology of northern and southern California*, in-8, 66 p., Sacramento, 1 march 1856.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, n° 3.

L'Institut, 1857, n° 1203.

Société I. d'Agric., sc. et arts, de l'arrondissement de Va-

lenciennes. Revue agricole, industrielle et littéraire, 8e année, n° 6, décembre 1856.

Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles, t. IV, nos 36 et 37.

Report of the twenty-fifth meeting of the British association for the advancement of science; held at Glasgow in september 1855.

The quarterly Journal of the geological Society of London, vol. XII, Nov. 1, 1856, n° 48.

The Athenæum, 1857, n° 1526.

Jahresbericht über die Fortschritte der reinen, pharmaceutischen und technischen Chemie, etc., für 1855, Zweites heft.

Revista minera, 1857, t. VIII, n° 160.

Reports of explorations and surveys, to ascertain the most practicable and economical route for a railroad from the Mississippi River to the Pacific Ocean, made in 1853-1854, in-4, vol. I, 651 p., 3 cartes; Washington, 1855.

Reports of the Commissioner of patents for the year 1854; — *Agriculture*; — in-8, 520 p., 8 pl., Washington, 1855; chez Beverley Tucker.

Smithsonian contributions to Knowledge, vol. VIII, in-4, City of Washington, 1856.

Proceedings of the Boston Society of natur. hist., vol. V, feuille 12-21, may 1855 to april 1856.

Memoirs of the American Academy of arts and sciences, new series, vol. V, in-4, Cambridge and Boston, 1855.

Journal of the Academy of nat. sciences of Philadelphia, New series, vol. III, partie II, in-4, décembre 1855.

Proceedings of the Acad. of nat. sc. of Philadelphia, vol. VII, feuille 23-35, vol. VIII, feuille 1-7.

M. d'Archiac fait remarquer que, dans leur *Mémoire sur les Apennins de l'Italie centrale* (*Bull.*, 2e sér. vol. XII, p. 1211, séance du 2 juillet 1855, nov. 1856), MM. Spada et Orsini ont attribué à J. Haime la dénomination de plusieurs espèces de Nummulites, ce qui ferait croire qu'il les a décrites dans un travail particulier. Mais J. Haime n'a écrit sur les fossiles de ce genre que les résultats de son examen microscopique du test et les considérations physiologiques qui s'y rattachent, insérés

dans la *Monographie des Nummulites*, ainsi qu'on le trouve indiqué à la fin de l'avant-propos de ce travail. Il est resté presque entièrement étranger à la distinction, à la description et à la dénomination des espèces déjà préparées dans le t. III de l'*Histoire des progrès de la Géologie*; aussi M. d'Archiac croit-il devoir rétablir comme il suit et conformément aux faits le passage précité, où d'autres erreurs se sont aussi glissées.

Le calcaire à Nummulites de MM. Spada et Orsini renferme les *Nummulites complanata*, Lam., *Carpenteri*, d'Arch. et J. Haime, *Tchihatcheffi*, d'Arch., *intermedia*, id., *Molli*, id., *Brongniarti*, d'Arch. et J. Haime, *perforata*, d'Orb., *Lucasana*, Defr., *Meneghinii*, d'Arch. et J. Haime, *Ramondi*, Defr., *Guettardi*, d'Arch. et J. Haime, *biaritzensis*, d'Arch., *striata*, d'Orb., *discorbina*, d'Arch., *exponens*, J. de C. Sow., *granulosa*, d'Arch., *Leymeriei*, d'Arch. et J. Haime, *spira*, de Roissy, *garansensis*, Joly et Leym., *Lamarcki*, d'Arch. et J. Haime, *irregularis*, Desh., *distans*, id., *latispira*, Meneg., *curvispira*, id., *crassispira*, id., nov. sp., *Pillæ*, id., nov. sp.

Le secrétaire donne lecture de la lettre suivante qui lui a été adressée par M. B. Gastaldi :

Turin, 19 janvier 1857.

Dans la séance du 21 mai 1855, M. Bayle a présenté une note (1) sur le système dentaire de l'*Anthracotherium magnum*, Cuvier. Après avoir fait l'énumération des pièces sur lesquelles le genre a été établi, après avoir fait l'énumération de celles que M. de Blainville a citées, décrites et figurées, il ajoute... « Tel était l'état de nos connaissances » sur le système dentaire de l'*A. magnum*, lorsque la découverte de » *nouveaux débris* appartenant à ce pachyderme est venue... » Et plus loin : « Les pièces entièrement nouvelles à l'aide desquelles nous » avons rédigé ce travail, etc. ». Qu'il me soit permis de réclamer en faveur de la localité de Cadibona, qui a fourni les matériaux avec lesquels on a créé le genre, l'honneur d'avoir fourni aussi les pièces sur lesquelles on a pu déterminer la dentition complète, au moins quant à la mâchoire. En 1846, j'ai remis à M. J. Michelotti une note sur les mammifères trouvés dans le miocène du Piémont, note dans laquelle, en décrivant un nombre considérable de pièces venant de

(1) *Bulletin*, 2e série, t. XII, p. 936.

Cadibona, je complétais d'une manière définitive la dentition de la mâchoire de l'*A. magnum*. Cette note a été publiée en 1847 dans les *Mémoires de l'Académie de Harlem* (1) et fait partie du mémoire intitulé : *Description des fossiles des terrains miocènes de l'Italie septentrionale*, par Jean Michelotti. Malheureusement l'Académie de Harlem n'a pas cru devoir faire imprimer les dessins des pièces que j'avais décrites ; par le défaut de figures, ma note ne pouvait avoir aucune importance ; aussi je suis bien persuadé que M. Bayle en ignorait complétement l'existence lorsqu'il écrivit la notice ci-dessus citée. Pour remplacer cependant jusqu'à un certain point l'absence de figures, j'avais minutieusement décrit toutes les dents. La notice de M. Bayle, rédigée sur un morceau d'une conservation probablement unique, est venue confirmer ce que j'avais écrit en réunissant les observations faites sur 15 morceaux peut-être, appartenant à plusieurs individus d'âge différent ; parmi ces morceaux, le plus complet n'avait pas plus de 3 dents bien conservées. J'insistai beaucoup sur la rectification de l'erreur commise par Cuvier, lorsqu'il considéra comme une canine la dent figurée dans la planche LXXX, fig. 7, du troisième volume. En novembre 1846, j'eus l'honneur de communiquer à M. de Blainville une partie des pièces que j'avais décrites et le manuscrit de ma note ; je remarque avec plaisir que M. de Blainville a placé dans les notes de son *Ostéologie* toutes les citations relatives aux pièces que je lui avais communiquées, et que c'est aussi parmi ces notes qu'est placée sa rectification de l'erreur échappée à Cuvier. En 1846, je ne connaissais pas encore les belles mandibules d'*A. magnum* trouvées en France. J'avais cependant reçu de Cadibona tous les matériaux nécessaires pour en compléter aussi la dentition ; mais une pièce dont la forme a été profondément altérée par les mouvements auxquels a été sujette la couche ligniteuse m'a trompé et m'a fait croire que l'*A. magnum* n'avait inférieurement que quatre incisives implantées verticalement. Il est à remarquer qu'outre la petite barre ($0^m,016$) existant entre la dernière incisive d'en haut et la canine, il y en a une autre plus petite encore ($0^m,008$) entre la canine et la première prémolaire. Même barre existe entre la canine et la première prémolaire d'en bas ; il y en a une plus prononcée ($0^m,015$) et avec dépression de l'os entre la première et la seconde prémolaire. On a jusqu'ici pensé que le lignite de Cadibona appartenait au miocène proprement dit. Je dois faire observer que ce lignite ainsi que celui de Bagnasco, de Massimino, de Taggia, etc., est enclavé dans une série de couches marines que MM. les

(1) *Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij*. Te Haarlem, 1847.

frères Sismonda (1) ont réunies au terrain nummulitique ; ces couches ont été l'objet d'un excellent mémoire de M. le marquis Laurent Pareto (2). Cette série de couches marines contient, il est vrai, une grande quantité de Nummulites; mais d'un autre côté on doit dire que la presque totalité des fossiles qu'on y trouve à Mornèse, Sassello, Giusvalla, Dego, Carcare, Belforte, Parelo, etc. appartient au miocène. M. Michelotti y a déjà rencontré une centaine d'espèces analogues à celles de Superga. Parmi ces fossiles, les polypiers ont été classés par M. J. Haime qui les considère comme miocènes, et les oursins ont été classés par M. Desor qui les trouve analogues à ceux de Bordeaux. Si l'on observe en outre : 1° que ces couches sont en stratification discordante avec celle du terrain nummulitique de Nice, de la Provence, de la Savoie, etc.; 2° qu'elles sont au contraire en stratification concordante et continue avec les couches du miocène, on est amené à les considérer comme formant l'étage inférieur de ce terrain. Je traiterai cette question moins laconiquement dans une note que j'aurai l'honneur d'adresser à la Société. L'idée d'appeler ces couches l'étage inférieur du miocène appartient du reste à M. Michelotti (3). Il y a dix mois que la note de M. Bayle a paru, et ma réclamation, si on peut l'appeler ainsi, pourrait paraître un peu tardive. Mon intention était en effet de publier d'abord les figures des pièces que j'avais décrites en 1846. Ce travail que j'avais entrepris me donna l'idée de publier une iconographie des plus belles pièces trouvées dans le lignite de Cadibona ; je me suis arrêté à cette dernière idée ; ces différents projets ont été la cause de mon retard à présenter les observations que j'ai cru devoir faire à propos de la note de M. Bayle.

M. d'Archiac lit une lettre de M. Clarke, datée de Saint-Léonard, près Sydney (Nouvelle-Galles du Sud), le 20 septembre dernier, et dont un extrait sera inséré dans le *Bulletin*, lorsque les nouveaux documents et les collections annoncés par l'auteur seront parvenus à Paris.

M. Hébert lit la note suivante, au nom de M. Fouqué :

---

(1) *Bull.*, 2e série, t. XII, p. 509 et 807. — *Note sur le terrain nummulitique supérieur du Dego, dei Carcase*, etc., par Eugène Sismonda (*Mémoires de l'Académie des sciences de Turin*, avril 1855).

(2) *Bull.*, 2e série, t. XII, p. 370.

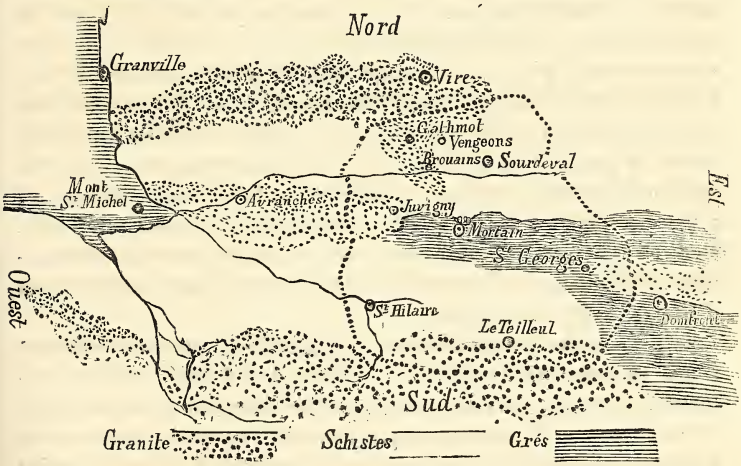
(3) *Bull.*, 2e série, t. IX, p. 13, et t. XII, p. 510.

Note sur la géologie des environs de Mortain (Manche); par M. Fouqué.

L'arrondissement de Mortain est traversé par trois bandes granitiques, dont l'une occupe son milieu et les deux autres ses limites septentrionale et méridionale. Elles sont toutes les trois sensiblement parallèles et dirigées de l'est à l'ouest.

Celle qui est le plus au nord commence à l'est, aux environs de Vire, et se prolonge à l'ouest jusqu'à la mer.

Celle qui est le plus au sud, beaucoup plus étendue que la précédente, commence à l'est, dans le département de l'Orne, près d'Alençon, traverse le département de la Mayenne et s'étend jusqu'au bout de la Bretagne.



Enfin celle qui est au milieu des deux autres, et qui est la plus étroite des trois, est recouverte en allant vers l'est, à partir de la commune de Juvigny, par une bande de grès, qui se prolonge dans le département de l'Orne, de telle sorte qu'à partir de Juvigny elle n'apparaît plus que par points isolés au milieu de cette bande de grès.

Entre ces trois bandes de granite existent des schistes argileux.

Le sol de la contrée est donc formé principalement de granite, de schistes et de grès.

Ce sont les particularités que présentent ces roches et leur disposition relative, que je me suis proposé d'étudier.

Je commence par le granite.

La bande centrale est en contact de chaque côté, dans la majeure

partie de son étendue, avec les schistes qui lui sont adossés ; cependant en beaucoup de points, principalement lorsqu'elle apparaît sous forme de lambeaux isolés au milieu des grès, on voit ceux-ci reposer directement sur elle, sans l'intermédiaire d'aucune couche schisteuse. C'est, par exemple, ce qu'on voit à Mortain, aux deux points où le granite apparaît au nord de la ville.

Le granite qui compose cette bande est à grains de moyenne grosseur ; il est de couleur jaune ou rouge. En certains points, à Sourdeval, par exemple, le mica y est remplacé par de l'amphibole, et l'on y trouve tous les passages entre le granite et la syénite.

Partout ce granite présente des traces d'altération. Il est toutefois digne de remarque que la syénite paraît moins altérée que le granite. Ces altérations sont de deux sortes : les unes sont dues à la présence d'un filon ferrugineux dont la direction est parallèle à celle de la bande et qui apparaît principalement dans les points où elle est couverte par le grès ; il y est même exploité comme minerai de fer, à l'usine de Bourberouge. Sous l'influence des émanations souterraines qui ont amené la production de ce filon, jointe à celle de l'humidité du sol, le granite s'est d'abord coloré en jaune rougeâtre ; puis, en plusieurs points, l'altération ayant été plus forte, il s'est désagrégé, a perdu la majeure partie des bases alcalines que contenait son feldspath et s'est transformé en une espèce de kaolin siliceux et ferrugineux, exploité dans le pays sous le nom de marne, pour l'amendement des terres argileuses voisines.

Le granite qui a résisté à ce mode d'altération, qui s'est seulement coloré en jaune, en conservant sa solidité et sa dureté, subit au contraire à sa surface, au contact de l'air et de l'humidité atmosphérique, le second mode d'altération. Il perd complétement son mica et son feldspath, de manière qu'à l'extérieur il ressemble à un bloc de grains de quartz agglutinés ensemble. Ce genre d'altération s'observe surtout sur les buttes de Sourdeval et de Brouains. Il doit s'opérer très lentement ; cependant le granite avec lequel est bâtie l'église de Mortain en présente déjà des traces évidentes (cette église date du XIIIe siècle).

La bande septentrionale est formée de granite à grains moyens, de couleur bleuâtre. C'est ce granite qui est exploité à Gattencot et à Montjoie sur une vaste échelle, et qu'on emploie dans les trottoirs de Paris. Cette bande est en contact avec les schistes argileux, jamais avec les grès. En beaucoup de points, principalement à Vengeons, entre elle et les schistes qui lui sont adossés, il s'est produit des éruptions souvent très considérables de quartzites, qui renferment de petits cristaux de pyrite, affectant la forme de dodécaèdres pentagonaux.

Ces quartzites apparaissent aussi très souvent au milieu du granite sous la forme de filons. On les retrouve également, sous la forme de filons ou de nodules, au milieu des couches schisteuses voisines du granite ; mais jamais ils ne sont en contact avec les grès, dont nous allons parler plus loin : il n'y a aucune espèce de passage entre eux. Il n'existe en outre aucune ressemblance dans leur aspect extérieur, de telle sorte que je puis hardiment affirmer que ces quartzites ne sont nullement des grès modifiés par suite d'actions métamorphiques.

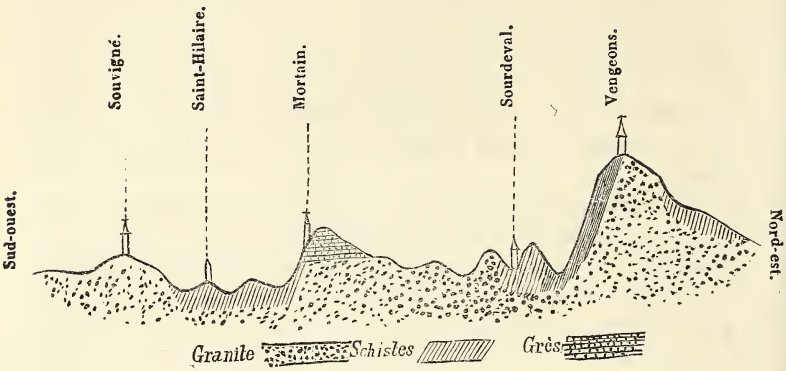
La bande méridionale de granite ne fait que toucher les limites de l'arrondissement. Elle est, comme les précédentes, formée de granite à grains de moyenne grosseur, présentant des colorations assez variées. Comme la bande septentrionale, elle est, dans les limites de l'arrondissement de Mortain, toujours en contact avec les schistes, jamais avec les grès. Au Teilleul, entre elle et les schistes, il s'est produit des éruptions de diorite. Cette diorite est très dense; cependant on distingue parfaitement dans son intérieur les cristaux d'amphibole qu'elle renferme. Elle se présente sous la forme de nodules arrondis, dont le volume est très variable. Le diamètre varie, par exemple, depuis 1 décimètre jusqu'à 1 mètre. La surface de ces boules est altérée et jaunie; l'intérieur est parfaitement exempt d'altération.

Les schistes qui reposent sur ces granites sont des schistes argileux, gris ou noirâtres, souvent épais, d'autres fois se divisant en minces feuillets, à Saint-Clément par exemple. Il est très probable que des études plus approfondies du terrain et des fouilles bien dirigées feront trouver parmi ces schistes des couches ardoisières. Ils contiennent souvent du mica, plus souvent encore une matière noire amorphe, que je serais tenté de prendre pour de l'amphibole altérée. Enfin, surtout au contact du granite, ils s'altèrent, deviennent siliceux, de couleur jaune rougeâtre; c'est par exemple ce qu'on observe à Saint-Barthélemy et à Vengeons. On y a très rarement trouvé des fossiles ; cependant j'en possède un trouvé au Neufbourg : c'est le *Calymene Tristani.*

Le grès est blanc siliceux, extrêmement dur. Il ne présente aucune trace de fossiles, mais souvent on y rencontre des espèces de cylindres de la grosseur du doigt, rugueux à leur surface, quelquefois très longs. Quand la roche semble n'avoir pas subi de déplacements, ces cylindres sont verticaux; dans le cas contraire, ils sont inclinés.

Voyons maintenant quelle est la disposition relative de ces roches et leur ordre de superposition.

Coupe dirigée du nord-est au sud-ouest.

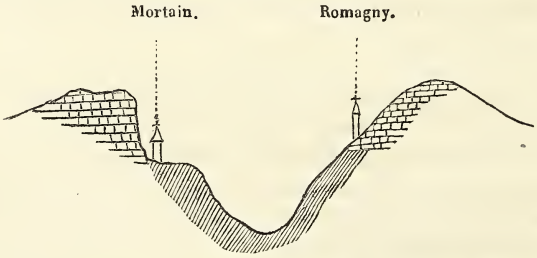


Quand on jette un coup d'œil général sur la contrée, on est frappé de la saillie que présentent les trois bandes granitiques et les grès qui recouvrent la bande moyenne. Les schistes n'occupent guère que le fond des vallées, si ce n'est entre la bande septentrionale et la bande moyenne où ils forment des collines assez élevées et entre autres les buttes de Vengeons et de Chaulieu.

Quand les schistes et les grès sont dans le voisinage les uns des autres, ce sont presque toujours les grès qui occupent le niveau le plus élevé.

Ainsi, au premier coup d'œil, on est porté à regarder les grès comme supérieurs aux schistes et par conséquent à établir l'ordre de superposition suivant : granite, schistes, grès.

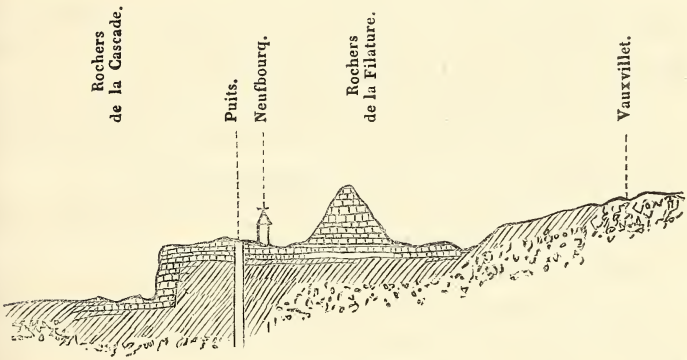
L'étude plus attentive des faits confirme cette opinion. Ainsi, le fond de la vallée entre Mortain et Romagny est occupé par des schistes qui s'élèvent de chaque côté à mi-côte, et au-dessus on voit les sommets des deux collines occupés par les grès.



On pourrait objecter à ces observations que les schistes sont sim-

plement adossés aux grès et que, par conséquent, ils leur sont superposés; mais l'observation suivante démontre qu'il n'en est pas ainsi :

Le village de Neufbourg est traversé par la bande de grès dont nous avons parlé plus haut. Cette bande y est remarquable par son peu de largeur, car en certains points elle a certainement moins d'un kilomètre de large. Il était donc présumable que, formant ainsi une espèce d'isthme étroit entre les deux dépôts schisteux voisins, elle devait y avoir peu d'épaisseur si ces dépôts étaient continus l'un avec l'autre. C'est en effet ce que l'observation a montré, car un puits creusé au milieu de ces grès a permis d'arriver promptement aux schistes sous-jacents. Il a suffi de creuser à une profondeur de quelques mètres. En outre on a pu constater que ces schistes n'étaient pas un simple lambeau insignifiant, formant un accident au milieu des grès, car en creusant à une profondeur de 20 mètres on n'a pas encore trouvé le granite.



A l'occasion de la note de M. Fouqué, M. Barrande fait observer que les fossiles trouvés à Domfront par M. Michel appartiennent au terrain silurien inférieur et à la base du terrain silurien supérieur.

Séance du 2 *février* 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Dufrénoy, *Institut impérial de France. — Académie des sciences. — Discours prononcé aux funérailles de M. de Bonnard, le jeudi* 8 *janvier* 1857 ; in-4, 4 p.

De la part de M. P. Naranjo y Garza, *Discurso sobre la necesidad de una descripcion completa de la Cordillera de Sierra Morena con relacion a los tres reinos de la historia natural, leido en la sesion publica de su recepcion como Academico numerario, celebrada el dia* 11 *de enero de* 1857 ; in-4, 10 p., Madrid, 1857; chez D. Eusebio Aguado.

De la part de M. le général Zarco del Valle, *Discurso en contestacion al del signor D. F. Naranjo y Garza, en el acto de su recepcion como Academico numerario, en la sesion publica celebrada el dia* 11 *de enero de* 1857; in-4, 12 p., Madrid, 1857 ; chez D. Eusebio Aguado.

De la part du docteur Lucas Olozabal, *Suelo, Clima, cultivo agrario y forestal de la provincia de Vizcaya ;* in-4, 118 p., 1 carte, Madrid, 1857 ; chez D. Eusebio Aguado.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, n° 4.

Tables des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1er sem. de 1856, t. XLII.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. XII, n° 72, décembre 1856.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. III, 1855, 2e part., *Bulletin des séances*, feuille 46-50.

L'Institut, 1857, n° 1204.

Proceedings of the royal Society of London, vol. VIII, n° 22.

The Atheneum, 1857, n° 1527.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique, annonçant l'allocation sur les fonds de son département d'une somme de 1000 francs, destinée à la continuation de l'impression de l'*Histoire des progrès de la géologie*.

Des remercîments seront adressés à Son Excellence, au nom de la Société.

M. J. Barrande communique à la Société la lettre suivante, qu'il a écrite à M. Haidinger, d'après l'invitation de la Société, pour obtenir un exemplaire de la carte géologique d'Autriche, et la réponse qu'il a reçue de M. le Directeur de l'Institut géologique de l'empire.

Lettre de M. Barrande à M. Haidinger.

Paris, 12 janvier 1857.

Mon cher monsieur,

Quelques feuilles de la grande carte géologique d'Autriche qui s'exécute sous votre haute direction ont été vues et admirées par les géologues français. Elles ont laissé dans leur esprit une impression si vive, que la Société géologique de France vient de me charger officiellement d'être auprès de vous l'interprète de ses vœux, pour obtenir de votre bienveillance un exemplaire de ce magnifique travail. Nous serons heureux de l'avoir sous nos yeux pour nos études comparatives, auxquelles les recherches de votre Institut géologique ouvrent un champ si vaste et si instructif, sur tant de contrées jusqu'ici presque inconnues sous le rapport de notre science.

En profitant ainsi des grands résultats de vos explorations, il nous sera doux d'ajouter un souvenir de reconnaissance aux sentiments de vive sympathie que nous éprouvons tous pour votre personne, et pour les jeunes savants qui exécutent de si beaux travaux, par suite de votre impulsion.

A cette occasion, la Société géologique de France désire que je vous exprime ses vœux les plus sincères pour celui de vos géologues qui doit faire partie de l'expédition scientifique autrichienne, qui va faire le tour du globe. Nous espérons qu'il reviendra sain et sauf, et riche d'observations qui aideront à jeter la lumière sur le sol de notre vieille Europe, objet de nos communes études.

Réponse de M. Haidinger à M. Barrande.

Vienne, le 29 janvier 1857.

Mon cher monsieur,

Je vous dois bien des remercîments pour votre aimable lettre du 12 janvier, et pour la bonne opinion qu'on entretient à Paris et dans la Société géologique de France de nos cartes géologiques et des résultats de nos efforts et travaux d'exploration, en exprimant le vœu de la Société de posséder un exemplaire de nos cartes. Je suis heureux d'en pouvoir promettre l'envoi, quoique dans ce moment nous n'en ayons pas à notre disposition. Déjà depuis longtemps nous

avions projeté de faire un tel envoi à plusieurs Instituts et Sociétés, dont nous avions aussi été favorisés; mais cela nous avait été jusqu'ici impossible, vu que nous devions dessiner même les tracés des lignes de contact à la main. Aujourd'hui, grâce à l'appui de M. le baron de Bach, notre protecteur, et aux bons offices de M. de Higely, colonel et directeur de l'Institut militaire géographique, successeur de M. de Skribanek, on a fait de nouveaux arrangements, suivant lesquels ces tracés seront exécutés d'après nos données par l'Institut sur des copies galvanoplastiques des planches gravées, et on nous en fournira les impressions, de sorte que nous les pourrons achever plus vite que jusqu'ici, où il fallait tant d'œuvre de main. Nous possédons 70 sections de nos cartes d'état-major, prêtes à être préparées à l'Institut; quelques-unes y ont déjà été envoyées. Mais, quoique pour la suite nous nous trouvions par cet arrangement même dans la possibilité de faire ce que nous désirons déjà depuis longtemps, toutefois il faudra encore le temps nécessaire à l'exécution des nouvelles planches galvanoplastiques. Mais nous ne tarderons pas alors d'envoyer les impressions au fur et à mesure que nous les pourrons achever; je vous prie, mon cher monsieur, de vouloir bien nous excuser auprès de la bienveillante Société géologique de ce délai inévitable, qui retardera encore quelque temps le premier envoi.

Je vous remercie de tout mon cœur des bons souhaits de la Société pour notre géologue, M. Hochstetter, qui doit faire le tour du globe. Nous le perdons bien à regret, mais il s'agit de résignation. Nous serions charmé s'il pouvait se charger de quelques commissions pour la Société. Son départ de Trieste est fixé au commencement du mois de mars.

Nous suivons de toutes nos sympathies les travaux de votre bel ouvrage, qui prend des dimensions vraiment gigantesques. C'est facile de l'admirer, mais bien difficile de suivre, même de loin, les traces de ce beau modèle que vous nous donnez.

M. Barrande propose que la Société géologique de France prenne des mesures pour échanger ses publications avec celles de la Société impériale de minéralogie et de géologie, à Saint-Pétersbourg.

M. le Président s'occupera de satisfaire à cette proposition, qui reçoit l'approbation de la Société.

M Viquesnel communique la lettre suivante qui lui a été adressée par M. Boué :

Vienne, le 14 décembre 1856.

Mon cher ami,

J'attendais un mot de vous pour vous communiquer en même temps que ma réponse une découverte curieuse, qui pourra aussi à Paris exciter l'attention et provoquer des recherches. Vous savez que les dépôts de la partie supérieure de notre terrain *néogène* s'appellent ici communément *roches du Leithagebirge*, parce que cette petite chaîne entre les bassins de Vienne et de Raab en est composée, ou plutôt parce que son noyau de schistes cristallins en est encroûté de presque tous les côtés; c'était évidemment un îlot, un récif sur lequel ont vécu des polypiers, des varecs et une foule d'animaux marins. D'autre part, il vous est bien connu que ces roches se retrouvent à s'y méconnaître en France, savoir, non pas seulement dans la partie inférieure de la vallée du Rhône, mais encore sur les côtes de la portion pénultième du cours de la Loire. Bref, lesdits *tufs coquilliers* du Cotentin de France, près Dinan, de Doué, etc. (voy. dans les *Ann. des sc. nat.*, 1829, t. XVI, p. 209, l'énumération de plusieurs de ces localités, par M. Jules Desnoyers). Ce dernier spécifie bien leur identité avec notre dépôt du Leitha (voyez p. 197 des *Ann. dito*). Il avait alors sous les yeux ma collection d'Autriche, qui maintenant est au Jardin des Plantes. Habitué à voir des zoophytes et en ayant même eu une petite collection, je n'ai pas hésité un moment à considérer une bonne partie de ces roches calcaires arénacées du Leitha, de l'Autriche, de la Hongrie et de la France comme des agrégats de restes de polypiers. Néanmoins, je puis maintenant ajouter qu'on ne les trouve surtout en place que sur d'anciens récifs ou autour d'îles des temps géologiques du terrain néogène; au contraire, leurs nombreux fragments se rencontrent seuls sur presque toutes les côtes de ces mers d'alors, rivages qui sont en bonne partie secondaires et moins fréquemment composés de schistes cristallins et de granite, etc. Ici ces polypiers détruits y ont été amenés par les courants ou roulés sur les rivages par le flux et le reflux, comme cela se voit encore aujourd'hui; dans le premier cas, une partie seulement des constructions calcaires est détruite et morcelée; le reste est tel qu'il était lorsque ces formes organiques étaient animées de la vie. Un exemple tout récent du premier genre m'est toujours resté dans la mémoire : c'est celui d'un lit de fragments *identiques* avec nos formes morcelées dans l'île phonolithique de Lamlash, un peu au-dessus du niveau actuel des mers (*Essai sur l'Écosse*, p. 337).

Si telle a été immuablement mon opinion, j'ai trouvé deux adversaires, savoir : mon excellent ami M. Desnoyers et M. Haidinger, qui

tous les deux ont cru que ce que j'appelais des restes de zoophytes (d'après Linné et Lamarck, notez-le bien) n'étaient que des concrétions calcaires du genre des *pisolithes*. M. Desnoyers m'a contredit de la manière la plus polie du monde, sans toucher notre désaccord, mais en indiquant Bade, le Leithagebirge, Montpellier, Doué, Sainteny (Cotentin), comme les localités les plus caractéristiques pour ces *dépôts pisolithiques de sources incrustantes rappelant des couches de formation oolithique* (*Ann. des sc. nat.*, 1829, t. XVI, p. 423). Il n'y ajoute point du tout que j'avais positivement appelé ces roches *dépôts et calcaires à polypiers*, et cela dès 1822 (*J. de phys.*, V. 95, p. 275). Plus tard, en 1831, je suis resté de mon avis (*J. de géologie*, 1831, v. III, p. 27). J'ai toujours ajouté qu'on voit encore la *couleur rose de ces matières organiques*. J'ai regretté la trop grande réserve de M. Desnoyers; des controverses jaillit quelquefois la lumière. Quelqu'un nous sachant en désaccord aurait examiné le point litigieux avec plus de soin que nous, et M. Unger n'aurait pas eu à consigner une nouvelle découverte dans la science *trente ans après nos observations!*

En 1847, M. le professeur Reuss décrivit ces *calcaires grumeleux et concrétionnés* de M. Desnoyers comme composés surtout du *Nullipora ramosissima*, n. sp. Là-dessus, M. Haidinger de protester en forme le 2 juin 1848. Il revint à l'idée de M. Desnoyers et figura des coupes de ces corps en choux-fleurs. M. Reuss, là-dessus, paraît avoir vacillé et malgré Lamarck il s'est plié sous l'autorité minéralogique de M. Haidinger (voy. *Berichte üb. d. Mittheil. d. Fr. d. Naturwiss. in Wien*, 1848, v. IV, p. 443). Or, malgré M. Haidinger, j'ai tout de suite protesté et ai reproduit mon opinion (*dito*, v. IV, p. 446). M. Czizek m'a secondé à demi. Pourquoi ai-je agi ainsi? parce que ces prétendus pisolithes m'étaient bien connus dans leur état récent; je les avais trouvés souvent sur les bords de la mer, en Écosse. Le bonheur a voulu qu'un grand botaniste, M. Unger, allât en Norwége et en Suède; il y a rencontré aussi ces mêmes corps marins et a cru y reconnaître les analogues de ces formes qui l'avaient embarrassé souvent dans les calcaires du Leitha, en Styrie. A force de patience et grâce au microscope, il vient enfin de découvrir que ni M. Haidinger, ni M. Desnoyers n'avaient bien jugé le procès, mais bien moi. Linné et même Lamarck n'avaient pas eu les connaissances nécessaires, ou plutôt n'avaient pas su observer comme aujourd'hui; ils avaient à cause de cela réuni aux zoophytes des formes organiques végétales marines; moi, j'avais dit *amen!* tout en niant l'état inorganique. Ces corps à présent calcaires étaient des plantes; or, comme leurs restes forment la masse principale des calcaires du Leitha ou de bâ-

tisse à Vienne, si vous pouvez dire que Paris est bâti de Miliolites, Vienne est construit surtout avec des restes de plantes marines. M. Unger a fait couper et polir des tranches minces de ces fossiles et y a retrouvé sous un bon microscope les caractères incontestables de la structure végétale ; puis à côté il a placé les analogues recueillis dans les mers du Nord. Ces *Nullipora ramosissima* ou en choux-fleurs sont des plantes. Combien de varecs qui sont en partie calcaires et bien connus ! Le baptême de l'espèce ou des espèces est remis à une occasion favorable. Y pourrait-on retrouver l'*Amylum?*

M. Viquesnel communique la réponse de M. Desnoyers à la lettre précédente :

Réponse de M. J. Desnoyers à la lettre de M. Boué.

M. Viquesnel ayant eu l'obligeance de me communiquer cette lettre de M. Boué avant de la lire à la Société géologique, j'ai pu revoir les passages de mon mémoire sur les terrains tertiaires récents que celui-ci veut bien rappeler, quoique ce travail date déjà de trente ans ! J'ai pu prendre aussi connaissance de la discussion dont il parle, et qui eut lieu dans la séance du 2 juin 1848 de la Société d'histoire naturelle de Vienne.

Selon M. Boué, les conglomérats calcaires du Leithagebirge que j'avais comparés, d'après les échantillons qu'il avait bien voulu me communiquer en 1828, à certaines concrétions calcaires qui accompagnent quelquefois les dépôts des faluns et des tufs marins de la Touraine, de l'Anjou, de la Bretagne, du Cotentin et du crag d'Angleterre, seraient uniquement et exclusivement de nature organique ; ils se rapporteraient surtout aux *Nullipores*, genre de polypiers créé par Lamarck. — Suivant M. Unger, ces Nullipores ne seraient point d'origine animale, mais des productions végétales calcifères, analogues à certaines algues et autres plantes marines. Enfin l'identité établie par MM. Boué et Unger entre ces Nullipores et les concrétions de Leitha ne serait point admise par M. Haidinger qui continue de voir dans une grande partie de ces concrétions, ainsi que je l'avais exprimé moi-même, des dépôts calcaires inorganiques pisolithiformes.

La citation de M. Boué tendrait à faire supposer que j'ai méconnu l'importance et même l'existence des polypiers fossiles dans la période tertiaire récente à laquelle appartiennent les *faluns*, le *crag* et le dépôt du Leithagebirge, et que je m'étais efforcé de séparer complétement de l'ensemble des terrains parisiens, alors que les subdivisions *éocène*, *miocène* et *pliocène* étaient encore inconnues. Loin de

là, j'ai au contraire signalé tout particulièrement les polypiers fossiles comme jouant un très grand rôle dans ces terrains et même comme pouvant servir à les caractériser (1).

Je demande à la Société la permission de rappeler deux passages de mon mémoire qui ne peuvent avoir échappé à M. Boué, et qui montrent toute l'importance que j'attachais aux polypiers si abondants dans plusieurs couches de ces terrains.

P. 422. Quelques lignes avant le passsage rappelé par M. Boué, j'indiquais comme une des couches les plus fréquentes:

« Des agrégats de polypiers faiblement agglutinés. Cette variété ne » diffère des précédentes que par la prédominance des polypiers sur » les coquilles, et surtout par cette circonstance qu'ils semblent sou- » vent être en vie dans la place où ils ont vécu, et qu'ils annoncent » des eaux plus tranquilles et un peu plus éloignées des bords (pres- » que tous les bassins). »

Plus loin, p. 436. « *Fossiles marins, polypiers.* Les polypiers » d'abord, qui par leur développement et leur destruction sur les » mêmes lieux sont plus encore peut-être que les coquilles une excel- » lente source de caractères zoologiques, nous montrent ici une phy- » sionomie toute particulière ; une étude spéciale de cette classe de » fossiles, surtout dans ses rapports avec la géologie, m'a permis de » reconnaître parmi eux plusieurs espèces aussi distinctes que celles » indiquées jusqu'ici pour les mammifères et les végétaux. Celle-ci me » semble être une des mieux caractérisées. Je l'ai déjà signalée dans la » *Description des terrains tertiaires du Cotentin* (§ 23), et j'insistais » dès lors sur la constance, dans les bassins les plus éloignés, de certai- » nes espèces des genres Rétépore, Eschare, Flustre, Cellépore, Favo- » site, Millépore, Nullipore, etc. Deux des espèces les plus connues sont » les grosses Favosites globuleuses et un polypier voisin des Alcyons, » tantôt globuleux, tantôt rameux, à tissu réticulé et à tubulures si- » nueuses intérieures, qu'on prendrait pour un Pocillopore si l'ouver- » ture des tubes était lamelliforme. Il doit constituer un genre nou- » veau. On en trouve aussi de plusieurs autres genres....

» La plupart de ces espèces n'étant encore ni décrites ni figurées, » je ne puis que rappeler ici leur existence à Aldborough, en Suffolk » (dans le crag corallien) ; dans les tufs bruns de Carentan ; à Rennes ;

---

(1) *Observations sur un ensemble de dépôts marins plus récents que les terrains tertiaires du bassin de la Seine, et pouvant constituer une formation géologique distincte*, précédées d'un *Aperçu de la non-simultanéité des bassins tertiaires* (*Ann. des sc. nat.*, 1829, t. XVI, p. 171 à 214, et p. 402 à 491).

» aux Cléons près Nantes ; sur les bords du Layon, près Doué ; etc.
» Dans le bassin du Rhône ces polypiers ne sont pas moins abon-
» dants que dans le bassin de la Loire. Ils y forment des amas épais depuis
» le Plan-d'Aran (Bouches-du-Rhône) jusqu'au delà de Saint-Paul-
» Trois-Châteaux (Drôme), où M. Beudant les a indiqués le premier.
» Ce géologue et M. Boué les ont retrouvés dans le Leithagebirge, en
» Hongrie et en Transylvanie. M. Ménard en possédait de sembla-
» bles recueillis en Calabre et en Sicile, etc.

» On sait combien est irrégulière et subordonnée à une foule de
» circonstances locales la distribution des polypiers dans les mers ac-
» tuelles. Les uns sont adhérents aux roches et forment eux-mêmes
» des récifs : d'autres recouvrent les galets, les corps marins ou d'au-
» tres corps étrangers ; d'autres encore, arrachés de leur séjour pri-
» mitif, sont roulés et dispersés au milieu des graviers coquilliers des
» rivages, ou forment des fonds de sables madréporiques que la sonde
» fait connaître ; ou bien ils sont entraînés dans des sédiments plus
» éloignés des bords.

» Ces divers états se montrent dans les différents systèmes de notre
» formation, et le seul bassin de la Loire les présente roulés et brisés
» sur l'ancien rivage de la Touraine, formant à Doué un sable de mer
» plus profonde ; en place et adhérents encore aux coquilles, aux ga-
» lets et aux roches sur les bords du Layon (Maine-et-Loire) et près
» des Cléons (Loire-Inférieure). Leurs débris forment quelquefois,
» presque seuls, des couches solides, telles que beaucoup de voyageurs
» en indiquent près des récifs de coraux du Grand Océan, ou des masses
» d'espèces différentes, s'incrustant les unes les autres, comme on
» en voit souvent autour des roches qui sont rarement découvertes. »

La Société voudra bien excuser, j'espère, la longueur de cette citation ; mais elle était parfaitement applicable aux faits rappelés par M. Boué, et elle a été souvent confirmée depuis trente ans par les bons et nombreux travaux de plusieurs géologues et de zoologistes qui se sont occupés des polypiers fossiles, tels que MM. Milne-Edwards et Haime, Michelin, Michelotti, Taylor, Wood, Reuss, etc.

Loin de ne reconnaître dans le conglomérat calcaire du Leithagebirge, comme paraît le faire M. Boué, qu'un seul type, les Nullipores, qu'il faudrait même, selon lui et selon M. Unger, ne plus considérer comme d'origine animale, il est impossible, au contraire, de ne pas y admettre, ainsi que l'a fait M. Reuss dans son beau travail sur les polypiers fossiles des terrains tertiaires du bassin de Vienne, publié en 1848 dans le t. II des *Naturw. Abhandlungen* de M. Haidinger, une très grande variété d'espèces de polypiers *anthozoaires* et surtout *bryozoaires*. Mais avec les corps organiques se trouvent

aussi des sortes de concrétions amygdalaires et botryoïdes que je continue, ainsi que M. Haidinger, à considérer comme inorganiques, quoiqu'elles soient souvent elles-mêmes recouvertes par des pellicules encroûtantes de Cellépores, de Cellariées et d'autres bryozoaires.

Quant à la question de l'origine végétale des *Nullipores*, cette opinion est moins neuve et moins définitive que ne semble le croire M. Boué; l'autorité de M. Unger est assurément d'un très grand poids; mais un botaniste français non moins éminent, M. Decaisne, qui a démontré des premiers, en 1842 (1), que les Corallines ballottées tant de fois d'un groupe et même d'un règne à un autre, et considérées généralement depuis Ellis comme d'origine animale, devaient cependant être classées dans la famille des Algues, M. Decaisne, dis-je, a été beaucoup moins affirmatif pour les Nullipores. Voici en quels termes il en parle, p. 127 du mémoire sur les Corallines :

« Plusieurs naturalistes ont classé avec raison quelques-uns de ces » derniers (les *Nullipores*) dans le règne inorganique, en les assimi- » lant à des concrétions calcaires, opinion qui se justifie d'ailleurs » soit par la bizarrerie de leurs formes, soit principalement par » l'absence totale de tissu organique au centre de ces masses cré- » tacées. »

M. Decaisne, tout en reconnaissant qu'une partie des Nullipores paraissent bien être des algues calcarifères voisines des Corallines, admettait aussi que des concrétions calcaires analogues en apparence pouvaient avoir aussi une origine inorganique, et je ne vois pas d'après la lettre de M Boué que les nouvelles observations de M. Unger tendent à un résultat plus général.

Je suis loin, par cette réponse, de vouloir démentir en quoi que ce soit l'intérêt de la communication de M. Boué qui, depuis tant d'années, a enrichi la géologie d'un si grand nombre d'observations et de vues ingénieuses ; je n'ai d'autre but que de montrer toute l'importance que j'avais attaché moi-même, il y a trente ans, aux polypiers fossiles des terrains tertiaires récents, dont les dépôts du Leithagebirge, les plus nouveaux des terrains tertiaires du bassin de Vienne, sont un des meilleurs exemples, et dont les rapports avec l'étage des faluns de la Loire me paraissent avoir été de plus en plus confirmés par toutes les excellentes observations faites depuis lors par la géologie et la paléontologie de cette partie de l'Autriche, que n'avait pas observée Constant Prévost lorsqu'il publia son mémoire capital sur le bassin tertiaire de Vienne.

---

(1) *Annales des sciences naturelles*, 1842, 2e série, t. XVIII, p. 96.

A la suite des communications de MM. Boué et Desnoyers, M. Damour rappelle que dans un travail sur la composition des Millépores, inséré aux *Annales de chimie et de physique*, 3e sér., t. XXXII, il a appelé l'attention des géologues sur l'intérêt que présentent ces productions marines et sur le rôle qu'elles ont dû jouer dans certaines formations géologiques. Il a constaté que certaines espèces de Millépores renferment de 8 à 17 pour 100 de carbonate de magnésie, uni à une proportion considérable de carbonate de chaux qui les pénètre intimement dans toutes leurs parties. Ces produits marins sont considérés par les botanistes comme appartenant au règne végétal, et l'examen chimique confirme cette opinion. Si l'on attaque, en effet, par un acide faible, tel que l'acide acétique, les Millépores recueillis dans la mer lorsqu'ils étaient en place et en état de croissance, on en dissout toute la partie calcaire et magnésienne, et il reste dans la liqueur acide une matière spongieuse qui montre un tissu identique avec celui des algues. Ce tissu organique, qui conserve exactement la forme que présentait l'échantillon avant d'avoir été traité par l'acide, résiste entièrement à l'action d'une lessive chaude de potasse caustique. Ce caractère montre bien que le tissu organique est de nature végétale, car on sait que les tissus du règne animal sont rapidement dissous par la potasse caustique.

La masse pierreuse qui pénètre les Millépores dans toutes les parties de leur structure intérieure, et qui entre pour les $\frac{95}{100}$ environ dans leur poids total, paraît à M. Damour être le produit d'une sécrétion déterminée par l'organisation particulière à ces singuliers végétaux qui se développent souvent sur des plages fortement battues par les flots de la mer, et dont le tissu délicat serait nécessairement détruit s'il ne trouvait un moyen de résistance et d'appui dans la matière pierreuse dont il s'imprègne constamment. Les sels calcaires et magnésiens, que l'eau de la mer tient en dissolution, se trouvent ainsi décomposés et amenés en grande partie à l'état de carbonates par les Millépores, qui peuvent s'accumuler en assez grande quantité sur certains bas-fonds pour former, avec le temps, des couches plus ou moins épaisses de calcaire magnésien. Le règne végétal concourt donc aussi bien que le règne animal à séparer des

eaux de la mer les sels qu'elles tiennent en dissolution, en les faisant passer à l'état de carbonates et de phosphates solides.

La proportion très notable de carbonate de magnésie que renferment ces Millépores peut, à défaut d'autres caractères, et particulièrement dans le cas où ces productions seraient passées à l'état fossile, servir à les distinguer des Madrépores qui, d'après les intéressantes recherches de MM. Dana et Silliman (*Structure and classification of Zoophytes*, Philadelphia, 1846), sont presque entièrement composés de carbonate de chaux, et ne renferment que des traces de magnésie.

M. Hébert annonce que M. Lyell et M. Cocchi lui ont fait part de la découverte qui viendrait d'être faite de nombreuses espèces de mammifères dans les couches de Purbeck.

Séance du 16 février 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Le docteur F. G. Bornemann, à Leipzig (Saxe); présenté par MM. Barrande et Ch. Sainte-Claire Deville.

Le révérend D. Clarke, à Sydney (Australie) ; présenté par MM. Delesse et Albert Gaudry.

Le frère Ogérien, directeur des écoles chrétiennes, à Lons-le-Saulnier (Jura); présenté par MM. Jules Monnerot et Jh. Delbos.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de la Justice, *Journal des savants*, janvier 1857.

De la part de M. Ed. Hébert :

1° *Les mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris, ou classification des terrains par les oscillations du sol;* 1re part. Terrain jurassique, in-8, 88 p., 1 pl., Paris, 1857; chez L. Hachette, etc.

2° *Recherches sur la faune des premiers sédiments tertiaires parisiens. — Mammifères pachydermes du genre* Coryphodon. — *Caractères de ce genre et des espèces qu'il renferme* (extr. des *Annales des scienc. nat.*, 4e sér., t. VI), in-8, 54 p., 2 pl., Paris, 1857.

De la part de M. le comte de Villeneuve-Flayose, *Description minéralogique et géologique du Var et des autres parties de la Provence, avec application de la géologie à l'agriculture, au gisement des sources et des cours d'eau, avec une carte géologique et hydrographique et une feuille de coupes de terrains*, in-8, 532 p., Paris, 1856; chez Victor Dalmont.

De la part de M. le comte Jaubert, *Société botanique de France. — Session extraordinaire de* 1856, *tenue à Clermont-Ferrand. — Hommage rendu à la mémoire du baron Ramond* (extr. du *Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. III, p. 455 et 508), in-4, 4 p.

De la part de M. Charles Vion, *Tableau synoptique des mesures, poids, thermomètres et monnaies français et anglais, et leurs conversions réciproques*, 1 feuille colombier, Londres, 1857.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, nos 5 et 6.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. IV, 1856, 2e part., *Bulletin des séances*, feuille 1-2.

L'Institut, 1857, nos 1205 et 1206.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, no 97, 10e année, janvier 1857.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, 4e sér., t. VI, 1856.

The Athenæum, 1857, nos 1528 et 1529.

Würtembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte, 10e année, 3e cahier; — 12e année, 3e cahier; — 13e année, 1er cahier.

Revista minera, t. VIII, nº 161, 1857.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. VII, nº 1, janvier 1857.

Bulletin de la Soc. impériale des naturalistes de Moscou, année 1856, nºs 3, 4 et 5 ; — année 1856, nº 1 ; in-8.

Nouveaux mémoires de la Soc. impériale des naturalistes de Moscou, t. X (formant *le* XVIe *de la collection*, in-4, 1855).

The american Journal of science and arts, by Silliman, 2 sér., vol. XXIII, january, 1857, nº 67.

M. Hébert fait hommage à la Société de deux mémoires qu'il vient de publier sur les *oscillations du sol pendant la période jurassique dans le bassin de Paris*, et sur les *pachydermes du genre Coryphodon*, mémoires lus à la Société dans les séances des 3 novembre et 2 février dernier.

M. de Verneuil annonce à la Société que Sir R. I. Murchison vient de lui écrire que la Société géologique de Londres a décerné à M. J. Barrande la médaille de Wollaston pour la présente année.

Cette nouvelle est accueillie par les applaudissements de la Société.

M. Cotteau communique l'extrait suivant d'une lettre à lui adressée par M. Desor :

Note sur le genre Galerites, par M. E. Desor.

Le genre Galérite, tel qu'il fut institué par Lamarck, comprenait toutes les espèces à base plate, en forme de cône ou en demi-ellipsoïde, ayant la bouche au milieu de la base et l'anus près de son bord. Aujourd'hui qu'on en a éliminé les Discoïdées et les *Holectypus*, le genre Galérite est susceptible d'une définition plus précise, étant limité aux espèces à pourtour allongé, plus ou moins comprimées en arrière, et à péristome allongé sans entailles. Sa distribution géologique est aussi plus restreinte, puisqu'il est limité aux terrains crétacés moyens et inférieurs.

Il est vrai que bien avant Lamarck on avait décrit et figuré des Galérites sous d'autres noms. Breynius, entre autres, les désigna dès 1732 sous le nom d'*Echinoconus*, et Klein, en 1734, sous celui de *Conulus*. M. Alc. d'Orbigny, dans son zèle pour la restauration des anciens noms, s'est fondé sur cette circonstance pour écarter le

nom de Galérite qu'il remplace par celui d'*Echinoconus*. Sans prétendre contester en aucune façon les droits de l'antériorité, j'avoue qu'il m'est pénible de voir ainsi disparaître les uns après les autres de nos ouvrages la trace de ceux qui nous ont frayé la voie dans le domaine de la paléontologie. Cette raison cependant ne saurait prévaloir contre les exigences de la méthode, s'il était démontré que le genre *Echinoconus* de Breynius correspond exactement au genre Galérite. Il n'en est rien. Comme tous les genres des auteurs anciens, le genre *Echinoconus* de Breynius n'est rien moins qu'homogène, puisqu'on y trouve réunis *tous les oursins* qui ont les deux ouvertures à la face inférieure, l'une au centre, l'autre au bord ou près du bord (1), comprenant par conséquent des Galérites aussi bien que des Discoïdées, des *Holectypus* et même des Échinonées. Ces derniers cependant en furent éliminés de bonne heure par Van Phelsum qui créa le genre *Echinoneus;* mais même les autres espèces figurées par Breynius ne sont pas génériquement identiques; elles appartiennent à deux types distincts : l'une, qu'il désigne sous le nom d'*Echinoconus vere conicus* (Breynius, p. 57, tab. II, fig. 1 et 2), est le *Galerites albogalerus;* l'autre, qu'il qualifie d'*Echinoconites hemisphæricus ferme* (*Ib.*, p. 57, tab. II, fig. 3 et 4), est un genre tout différent qu'il convient de séparer des vraies Galérites. Or, puisqu'on est convenu de restreindre le genre *Galerites* aux espèces coniques, rien ne s'oppose à ce qu'on réserve le nom d'*Echinoconus* au second type qui pour Breynius était tout aussi bien un *Echinoconus* que le premier.

Je maintiens donc le genre *Galerites*, Lam., pour le *Galerites albogalerus* et ses analogues, et je limite le genre *Echinoconus*, Breynius, aux espèces à base circulaire, comprenant le *Caratomus hemisphæricus*, Agass., et une seconde espèce de la craie d'Itten, près Hanovre, que je désigne sous le nom d'*Echinoconus Rœmeri*, Desor.

De la sorte, je crois satisfaire aux lois de l'antériorité, sans encourir le reproche de dépopulariser la science en en bannissant légèrement les noms les plus populaires.

Vous connaissez aussi bien que moi les inconvénients de cette tendance de plusieurs paléontologistes modernes à exhumer les anciens noms pour les substituer aux noms les plus usités. Une fois

---

(1) *Echinoconus ut Echinus, cujus utraque apertura est in basi, altera scilicet pro ore in centro, altera vero pro ano in margine, vel margini propinqua.* Breynius, p. 56.

entré dans cette voie, où s'arrêtera-t-on? On a répondu qu'on ne pouvait remonter au delà de la nomenclature binome ; mais dans ce cas les titres de Breynius, comme vous pouvez en juger par les citations ci-dessus, seraient bien contestables, puisque la plupart de ses espèces sont caractérisées par *plusieurs* adjectifs, quelquefois même par une phrase assez longue.

M. D'Orbigny (*Paléont. franç.*, t. VI, p. 28) pense qu'on ne doit pas tenir compte des auteurs « qui ont décrit ou figuré des Échinoïdes avant de leur assigner un nom de genre. » Sous ce rapport encore, les noms de Breynius pourraient fort bien ne pas trouver grâce devant les érudits, puisque le genre *Galerites* a été parfaitement défini dès 1707, par conséquent un quart de siècle avant Breynius, par Lang, le savant auteur de l'*Histoire naturelle des fossiles de la Suisse*, qui en fait le type de son huitième genre, représenté par le *Galerites albogalerus* dont il donne une bonne figure accompagnée d'une description. Ce huitième genre de Lang porte le nom d'*Echinometrites* avec cette diagnose très caractéristique : « *Echinites vertice fastigiato*, *basi plano : Echinometrites dictus*. Antérieurement à Lang, ce même *Galerites albogalerus* avait déjà été décrit par Lachmund (*Oryctographia Hildesheimensis*, 1669) sous le nom de *Brontia prima*, dont on a fait plus tard le *Brontia Lachmundi*, et par Luidius (1669) sous le nom d'*Echinites pileatus*.

Vous voyez, par ces quelques exemples, que les réformes proposées par M. d'Orbigny ne sont pas tout-à-fait sans danger, puisqu'elles pourraient appeler de nouveaux changements non moins fondés que ceux qu'on propose.

J'aurai à vous soumettre des réserves semblables au sujet du genre *Nucleolites* de Lamarck qu'on voudrait également bannir de la nomenclature.

M. Cotteau ajoute les observations suivantes :

Il ne peut partager l'opinion de M. Desor, relativement aux genres *Galerites* et *Echinoconus*. Il reconnaît avec lui que plusieurs auteurs, bien antérieurement à Breynius, ont fait mention, sous d'autres noms, du *Galerites albogalerus* de Lamarck. Aucun de ces auteurs, cependant, ne peut être mis sur la même ligne que Breynius, qui, à l'appui de définitions plus précises et plus complètes, offre des planches d'une exécution si remarquable. Mais là n'est pas la question ; puisque M. Desor admet

que le genre *Echinoconus* de Breynius doit être rétabli dans la méthode, il s'agit seulement de savoir quelles espèces ce genre doit comprendre. En 1853, M. Alc. d'Orbigny, rétablissant le premier le genre *Echinoconus*, l'a appliqué au type *verè conicus* (*albogalerites*) ; c'est un fait accompli qui a pour lui une antériorité de plus de trois années, et sur lequel on ne peut revenir. De deux choses l'une : il faut, ou rejeter entièrement de la nomenclature le genre *Echinoconus*, ou l'appliquer, comme l'a fait M. d'Orbigny, au type *verè conicus*. Aujourd'hui, M. Desor, dans le désir de conserver sa valeur au genre *Galerites*, ne tient pas compte de l'attribution faite par M. d'Orbigny, et veut reporter ce même nom d'*Echinoconus* au type *hemisphæricus*. N'est-il pas à craindre qu'il en résulte une nouvelle confusion? Du reste, indépendamment de l'antériorité qui lui est acquise, il existe encore une raison puissante en faveur de l'attribution faite par M. d'Orbigny : c'est que le type *verè conicus* (*albogalerites*) est bien certainement le premier type des *Echinoconus* de Breynius, et que Lamarck, en établissant son genre *Galerites* qui y correspond exactement, a eu le tort de n'en tenir aucun compte.

M. Michelin fait observer que M. Alc. d'Orbigny aura détruit les genres de Lamarck et que M. Desor aura à son tour détruit les genres de M. d'Orbigny, d'après des descriptions de Breynius qui n'ont rien de précis : il considère tous ces changements de nom comme introduisant une confusion très fâcheuse dans la science.

M. A. Viquesnel annonce à la Société que M. le comte de de Rottermund a recueilli, dans le Canada, une collection intéressante à divers points de vue, et dont ce géologue vient de faire hommage au Muséum d'histoire naturelle de Paris. La lettre de remercîments, adressée à notre collègue par le Conseil d'administration de cet établissement public, donne une idée sommaire des objets qui composent cette collection.

Lettre de MM. les Administrateurs du Muséum d'histoire naturelle de Paris à M. le comte de Rottermund.

Paris, le 5 février 1857.

« Les belles collections que le Muséum d'histoire naturelle

doit à votre générosité sont maintenant classées dans les laboratoires de l'établissement, et nous commençons à connaître positivement ce que vous avez bien voulu nous donner.

» L'ensemble des échantillons a formé, selon vos désirs, trois collections distinctes. La première est composée de roches des terrains primordiaux et secondaires des rives septentrionales du lac Supérieur et du lac Huron, dans le Haut Canada. Le nombre des échantillons de roches est de 359.

» La seconde comprend les corps organisés fossiles (animaux), au nombre de 80 et quelques échantillons. Les beaux exemplaires d'Orthocères ou d'Ormocères que vous ajoutez aux séries déjà fort riches de nos céphalopodes fossiles compléteront les connaissances zoologiques que les recherches de MM. de Verneuil, Agassiz, Hall, Troost et autres, ont déjà réunies sur cette classe si intéressante de mollusques. Vous nous enrichissez aussi de plusieurs Térébratules ou brachiopodes qui nous manquaient, et il faut en dire autant des crinoïdes.

» Enfin la troisième partie de vos collections est formée des échantillons de bois indigènes qui ont le mérite rare, pour ce genre de collections, d'être bien étiquetées.

» Vos connaissances en géologie vous ont fait penser avec raison que plusieurs des individus, heureusement d'assez gros volume, devront être un peu façonnés par le marteau du géologue, avant de prendre place dans les galeries. Dès qu'ils auront subi ces petites préparations, ils y seront placés, en ayant soin, suivant l'habitude des professeurs du Muséum, d'inscrire sur l'étiquette le nom du généreux donateur de ces objets.

» Nous ne terminerons pas cette lettre, qui vous exprime nos remercîments, sans mentionner aussi la belle carte géologique des rives méridionales du lac Supérieur (*Mineral district of lake Superior, Michigan*). Elle a été déposée dans la Bibliothèque publique de l'établissement.

Veuillez agréer, etc.

Les professeurs administrateurs du Muséum,

Le Directeur, *Le Secrétaire*, *Le Trésorier*,

Signé : FLOURENS. DECAISNE, AD. BRONGNIART.

M. Viquesnel ajoute que le savant professeur de géologie

attaché au Muséum, M. Cordier, a remis au Conseil d'administration, le 20 janvier dernier, une note revêtue de sa signature, qui a été résumée dans la lettre précédente, et qui renferme l'énumération sommaire des séries de roches déposées dans son laboratoire. Les détails ci-après sont extraits de cette note.

« La collection géologique donnée par M. le comte de Rottermund se compose de 359 échantillons ainsi répartis :

TERRAINS PRIMORDIAUX.

Roches stratiformes. — Gneiss, micacites, talcites, diorites, calcaires, protogines, fer oligiste et autres roches. 31
Roches plutoniques. — Granites, pegmatites et autres matières d'épanchement traversant les terrains précédents. 17

TERRAINS SECONDAIRES.

Roches stratiformes. — Phyllades, roches siliceuses, jaspes, phtanites, novaculites, etc. 29
Roches plutoniques. — Syénites, porphyres, avec accidents divers, pétrosilex, dioritines. 42
Roches stratiformes (moins anciennes que les précédentes). — Calcaires magnésiens fossilifères, diverses grauwackes, grès, etc. 48
Roches plutoniques. — Porphyres pyroxéniques formant une suite intéressante à divers titres, offrant depuis la roche vive et parfaitement intacte jusqu'à celles qui sont le plus profondément altérées en passant par tous les degrés intermédiaires, avec associations diverses, roches de contact, matières d'infiltration, calcaire, silice, zéolites, etc., et comprenant de nombreux et beaux échantillons de cuivre natif dont un avec argent; de plus, des matières métalliques, telles que cuivre pyriteux, cuivre irisé, plomb sulfuré, zinc sulfuré, etc. . . . 167
Roches diverses. 25
Matières charbonneuses et accessoires ;
Hydrate de fer et produits du traitement métallurgique de ce même hydrate ;
Roches diverses, gallinace, bitume, etc.
Masse d'argile de formation très récente.

Total. . . 359

M. Viquesnel fait observer que cette récapitulation, n'ayant eu d'autre objet que de servir à la rédaction de la lettre de remercîment ci-dessus mentionnée, devait nécessairement rester dans les généralités.

La collection de M. le comte de Rottermund présentera tout

l'intérêt qu'elle doit avoir, lorsque la publication du rapport que ce géologue va fournir au gouvernement du Canada, en sa qualité de Commissaire nommé pour la recherche des mines, lui permettra de faire connaître au Muséum la position relative des roches entre elles, et les localités précises où elles ont été recueillies. En attendant, M. Cordier a classé, comme on le voit, les échantillons d'après leurs caractères pétrographiques et conformément à sa méthode.

Parmi les roches qui ont plus particulièrement fixé son attention, M. Viquesnel cite les suivantes :

1° *Roches de filons.* — Un échantillon volumineux pris dans un filon quartzeux, dont la pâte renferme des fragments de toute grosseur, provenant des roches encaissantes, telles que : syénite, quartzite, roches siliceuses diverses, mouches de plomb sulfuré, etc.

Un autre échantillon de 7 à 8 centimètres carrés, pris également dans un filon de quartz, présente des cannelures profondes dans lesquelles se trouve du plomb, offrant la forme et l'aspect de gouttes de plomb fondu. Si l'échantillon n'avait pas été détaché du filon par M. de Rottermund lui même, on serait porté à regarder la présence du métal qui s'y observe comme le résultat du travail de l'homme.

Il provient des mines de plomb aurifère et platinifère, situées sur la rivière du Loup (Bas-Canada).

2° *Roches syénitiques.* — Les deux époques d'épanchement signalées par M. Cordier sont attestées par des preuves irrécusables. La collection renferme de beaux échantillons de syénite empâtant des *cailloux roulés* de la même roche.

D'autres échantillons composés en partie de syénite, en partie de matières phylladiennes, font voir le point de contact de la roche injectée et de la roche sédimentaire encaissante.

3° *Roches pyroxéniques.* — La lettre suivante, adressée par M. Cordier à M. le comte de Rottermund, fait connaître tout à la fois l'intérêt que présente cette série de roches et l'époque probable de leur apparition à la surface du globe.

« Les belles roches provenant du lac Supérieur et des contrées voisines, que vous avez bien voulu donner au Muséum d'histoire naturelle de Paris, sous le nom de roches pyroxéniques,

de porphyres en décomposition, et de trapps cuprifères, sont : 1° des *mimosites*, 2° des *porphyres pyroxéniques*, 3° des *wackes*, tantôt imparfaites, tantôt friables, tantôt endurcies et amygdalaires, formées les unes et les autres par l'altération des roches pyroxéniques nos 1 et 2. Sauf l'abondance de cuivre qu'elles contiennent et la présence accidentelle d'un peu d'argent natif, elles sont, dans leur ensemble, comme dans les détails, *identiquement semblables* à celles qui constituent le grand système de roches pyroxéniques d'épanchement plutonique, soit intactes, soit passées à l'état de wackes, qui occupe une étendue si considérable dans le district d'Oberstein (Palatinat), système qui m'est parfaitement connu. Je ne doute pas que vos roches ne soient du même temps. Or, la formation du grand système pyroxénique d'Oberstein a incontestablement coïncidé avec la fin de l'époque houillère proprement dite ; car, d'une part, les roches qui lui appartiennent constituent des enclaves transversaux dans les terrains houillers du pays, et, d'un autre côté, tous ces terrains houillers ou pyroxéniques du Palatinat, sont souvent recouverts, en superposition transgressive, par des conglomérats (psèphites — *Rothe todte liegende* des Allemands) qui sont composés de leurs débris.

» En définitive, toutes vos roches pyroxéniques du lac Supérieur et des pays environnants, qu'elles soient ou non intactes, décomposées, amygdalaires ou cuprifères, sont, suivant toute probabilité, les derniers produits de la grande période anthracifère ou carbonifère de tous les géologues.

» Agréez, etc. » Signé : L. Cordier.

4° *Roches siluriennes.*— La novaculite (*coticule* de M. d'Omalius d'Halloy, *pierre à rasoir*, *pierre à lancettes*) est représentée par deux variétés : l'une rouge, l'autre noire. Cette dernière, façonnée par les sauvages, présente un spécimen du *calumet de la paix*, offrant des parties découpées à jour (1).

(1) On sait que les sauvages de l'Amérique du Nord mettent en œuvre la novaculite, et lui donnent la forme de vases et autres objets appropriés à leurs usages.

Ils taillent également une pierre d'une tout autre nature, d'apparence serpentineuse, probablement en rapport avec les porphyres pyroxéniques. M. de Rottermund a rapporté une pipe fabriquée avec

Parmi les échantillons de calcaires magnésiens et non magnésiens fossilifères, il en est un certain nombre qui renferment des mouches et de petits cristaux de galène.

Outre les nombreux fossiles de l'époque silurienne précédemment cités, il en est d'autres que M. Valenciennes rapporte avec doute, il est vrai, à la même faune. Ces derniers se trouvent dans des cailloux de transport recueillis sur les bords du lac Huron. Ainsi, dans un post-scriptum ajouté à la lettre des Administrateurs du Muséum, M. Valenciennes disait : « Le poisson fossile de l'Otawa est le *Mallotus villosus*, Val. C'est le Capelan de nos pêcheurs de morues. — Un autre débris du lac Huron nous a montré les pharyngiens inférieurs de quelques *Labroïdes* ou des *Chromies*, dont les eaux douces de l'Amérique nourrissent plusieurs espèces. » Dans une lettre postérieure, M. Valenciennes revient sur ces sujets en ces termes : « Quant aux *Mallotus* et aux *Labra*, les premiers sont regardés comme des rognons de transport que je ne saurais mieux préciser; les seconds peuvent être siluriens. » On voit que le savant professeur reste dans une prudente réserve sur l'âge géologique de ces fossiles et laisse à de futurs observateurs le soin de déterminer la place qu'ils occupent dans la série des terrains, notamment celle du *Mallotus villosus*, sur laquelle il n'émet aucune probabilité, et qui pourrait être beaucoup plus élevée dans l'échelle géologique.

5° *Roches houillères.* — M. le comte de Rottermund a reconnu l'existence du terrain houiller sur plusieurs points du Canada, et notamment dans la ville même de Québec. Les détails suivants sont extraits de son rapport du 1er mars 1855 (1).

---

cette pierre, et dont la forme tant intérieure qu'extérieure ainsi que la faible épaisseur des parois rappellent toutes les conditions de la pipe flamande. Les pipes faites avec la novaculite offrent une tout autre construction. La cavité destinée à recevoir le tabac est conique; elle a 1 centimètre de diamètre à la partie supérieure et se termine en pointe vers le bas. La paroi de cette cavité doit conserver sur tous les points une épaisseur égale au diamètre intérieur; sans cette condition, la pipe ne résisterait pas à la chaleur développée par la combustion du tabac.

(1) *Rapport géologique à Son Honneur le maire de Québec*, par M. le comte de Rottermund; imprimé à Québec (Canada).

Le combustible de Mountain-Hill, à Québec, se trouve en couches très minces et subordonnées à un grès schisteux, dont il partage la direction du nord au sud et le plongement à l'ouest. Le nombre de couches jusqu'à présent reconnues est de trois. La qualité du combustible n'est pas la même près de la surface du sol et dans la profondeur. Il est de couleur noire ou d'un noir bleu foncé, friable, à cassure, tantôt conchoïdale, tantôt lamelleuse ou cristalline; il contient une très petite quantité de pyrites de fer; son poids spécifique varie de 1,16 à 1,21. Il brûle avec une flamme longue et très brillante. Les matières volatiles entrent dans sa composition pour 17,7 à 19,2, et le coke pour 80,8 à 82,3. Le coke est légèrement boursouflé, friable, d'aspect métallique; il ne laisse dans la combustion avec l'oxygène qu'une très petite quantité de cendres jaunâtres et terreuses. Les résultats ci-dessus sont déduits des trois analyses suivantes :

Première analyse.

Coke.	80,80	100
Eau ammoniacale.	6,00	
Gaz et perte.	13,20	

Deuxième et troisième analyses par la distillation lente.

	2e analyse.	3e analyse.
Coke.	82,30	81,30
Bitume.	4,50	5,00
Eau ammoniacale. . .	0,78	0,80
Gaz	9,22	12,90
Perte.	3,20	
Totaux. . .	100,00	100,00

Les échantillons du combustible de Québec, déposés au Muséum par M. le comte de Rottermund, se classent dans la houille maigre, et renferment des empreintes de végétaux appartenant aux *Sigillaria*, selon les uns, ou aux *Stigmaria*, selon les autres. M. Ad. Brongniart partage cette dernière opinion, ainsi que l'atteste la lettre suivante de M. Valenciennes :

« M. Brongniart m'a remis une petite note que je vous transmets, écrite de sa main, pour la détermination de la plante

fossile du charbon (1). C'est le *Stigmaria*, fossile très voisin du *Sigillaria*, et tellement approchant, que des botanistes regardent le végétal que je viens de nommer comme les racines des Sigillaires; mais M. Brongniart ne partage pas cette opinion.

6° *Bitume.* — Un échantillon assez volumineux de bitume a été recueilli dans un dépôt considérable, formé par ce combustible, et qui occupe une immense étendue, entre les lacs Huron, Ontario et Érié. M. de Rottermund fera connaître ultérieurement la position que ce dépôt, si intéressant au point de vue industriel, occupe dans la série des terrains.

7° *Hydrate de fer.* — La collection renferme des échantillons d'hydrate de fer provenant du district des trois rivières, près Saint-Maurice.

Ce minerai, dont les rapports géologiques ne sont pas encore indiqués, est accompagné de tous les produits qui résultent de son traitement métallurgique, tels que laitiers, fonte et fer doux. La malléabité de ce fer est suffisamment attestée par les torsions auxquelles une barre de ce métal a été soumise, sans laisser paraître aucune trace de rupture.

8° *Argile.* — Cette argile, d'une époque récente, a été prise sur les bords du lac Supérieur. Elle est formée de détritus remaniés provenant des roches d'épanchement. Cette roche, d'un blanc grisâtre ou rougeâtre, possède, comme le tripoli, la propriété de nettoyer les métaux. Il serait intéressant de la soumettre à une analyse chimique.

En résumé, les terrains stratiformes du Canada, représentés dans la collection de M. le comte de Rottermund, sont au nombre de trois : les schistes cristallins, le terrain silurien, le terrain houiller. En second lieu, les roches d'épanchement de la même contrée, également représentées dans la collection, appartiennent à quatre époques bien distinctes : les granites, la syénite, dont l'arrivée à la surface du globe a eu lieu à deux époques différentes, et les porphyres pyroxéniques.

M. Viquesnel ajoute, avant de terminer, que, n'ayant eu

---

(1) Cette note est conçue dans les termes suivants :

« *Stigmaria ficoides*, Ad. Br. — Les échantillons appartiennent certainement à cette espèce caractéristique du terrain houiller.

d'autre but que d'attirer l'attention de la Société sur une collection dont le Muséum d'histoire naturelle vient tout récemment d'enrichir ses galeries, il a cru devoir s'abstenir de rappeler les travaux géologiques sur le Canada, antérieurs aux voyages de M. le comte de Rottermund. Cependant il fait observer que cette collection, déjà fort intéressante en elle-même, le deviendra bien plus encore, lorsque la magnifique carte géologique du Canada que M. Logan avait apportée à l'Exposition universelle de Paris, et pour laquelle il a obtenu la grande médaille d'honneur, sera gravée et livrée à la publicité.

M. de Rottermund fait connaître à la Société que dans les recherches des gisements métalliques, il s'est surtout aidé des directions des systèmes de montagnes, qui ont été établis par M. Élie de Beaumont et dont plusieurs se retrouvent exactement dans le haut Canada ; les veines les plus importantes de minerais suivent ces directions, qui se trouvent brisées vers le lac Supérieur : la nature des roches varie avec les directions diverses des montagnes, et d'après ces variations on peut préjuger la nature des métaux qui se trouvent dans le voisinage de ces roches.

M. Damour demande à M. de Rottermund si c'est bien du plomb métallique qu'il a observé en gouttes dans du quartz, l'existence du plomb natif étant un fait encore très problématique.

M. de Rottermund dit qu'il a trouvé dans les roches dont il s'agit, de l'or, du platine, de l'argent et du cuivre très purs ; dans le voisinage, il y a des pyrites et des carbonates de fer avec de l'or natif. Fréquemment le même échantillon offrait l'or et le platine accolés ; au-dessus, dans les filons de quartz, là où le quartz commençait à se décomposer, se trouvait le plomb associé probablement au platine ; ces gouttes de plomb ont été trouvées à plusieurs pieds de profondeur dans la roche, et ont bien l'apparence de plomb fondu. Il pense que c'est à des actions électro-magnétiques qu'est due la production du plomb, du cuivre, et des autres métaux natifs qu'on trouve dans ces roches. On trouve dans le voisinage de la galène, mais en petite quantité et ne pouvant que servir d'indice pour la recherche des métaux.

M. Barrande fait la communication suivante :

La Société vient d'entendre la communication intéressante de M. Viquesnel qui, avec le secours des pièces officielles, a énuméré toutes les richesses de la série des roches et minéraux que M. le comte de Rottermund a offerts au Jardin des plantes. Je n'ai rien à ajouter sous ce rapport ; mais ayant eu l'avantage de voir cette collection, j'ai particulièrement examiné les fossiles qu'elle renferme, et dont quelques-uns m'ont paru dignes de remarque. Je citerai spécialement les Orthocères, parce que plusieurs des spécimens appartiennent au groupe dit *Endoceras* qui n'est jusqu'ici représenté en France que par un petit nombre d'exemplaires, appartenant les uns au Jardin des plantes, les autres à la belle collection de M. de Verneuil. Deux des spécimens apportés par le comte de Rottermund sont fort instructifs. Le plus grand, qui atteint environ 70 centimètres de longueur, montre le moule interne de la grande chambre qui a été considéré par J. Hall comme un tube embryonnaire. Dans mon mémoire sur le genre *Ascoceras*, j'ai eu l'occasion de présenter à la Société des vues qui diffèrent de celles du savant paléontologue des États-Unis dans l'interprétation de cette apparence. Aujourd'hui la vue du beau fossile de M. de Rottermund me confirme dans la conviction qu'il n'existe réellement aucun tube, mais seulement le moule de la cavité occupée par le corps du mollusque. L'autre spécimen, appartenant au même groupe, mais beaucoup moins long, a été scié à Paris, et après l'avoir étudié, j'ai cru y reconnaître une nouvelle espèce à laquelle j'ai donné le nom d'*Orthoceras Rottermundi*.

Ces Orthocères et quelques autres moins remarquables caractérisent la division silurienne inférieure dans les contrées qui avoisinent le lac Supérieur et le lac Huron. La plupart ont été recueillis dans des îles désertes du lac Huron ou sur des plages encore sans nom.

J'ai encore remarqué les fragments d'un Trilobite du genre *Encrinurus* qui caractérise ordinairement une division silurienne supérieure. Des formes très analogues ont été recueillies, à diverses reprises, dans des parages situés beaucoup plus au nord, par des officiers anglais attachés aux expéditions envoyées dans les mers polaires. L'échantillon de roche portant ces traces d'*Encrinurus* paraît avoir été roulé, et par conséquent ne pourrait pas nous permettre d'établir avec sécurité le lieu de son origine. On sait, il est vrai, que la division silurienne supérieure est représentée non loin des contrées explorées par M. le comte de Rottermund, mais elle

s'étend sur une vaste surface placée plus au nord, et qui atteint les limites les plus reculées des découvertes récemment faites dans cette direction. Il serait donc possible que les fragments roulés dont nous parlons eussent été transportés du nord vers le sud, puisqu'il existe dans ces régions des blocs erratiques et de grandes masses de gravier transporté par les eaux, comme dans le nord de l'Europe.

Bien que M. le comte de Rottermund n'ait pas entrepris ses voyages dans l'intérêt de la paléontologie, les fossiles qu'il a recueillis sont de nature à orner toute collection, soit particulière, soit publique. Nous féliciterons donc le Jardin des plantes de les avoir ajoutés aux intéressantes séries recueillies dans les mêmes contrées par M. le comte de Castelnau et par notre savant confrère M. Marcou.

Pensant que M. le comte de Rottermund va bientôt reprendre le cours de ses explorations dans ces contrées lointaines et sauvages, je prendrai la liberté de recommander à sa bienveillante attention les intérêts particuliers de la paléontologie. La nature de ses recherches, vouées aux richesses minérales, le conduisant souvent à travers des contrées désertes qu'aucun collecteur n'a parcourues jusqu'ici, il doit rencontrer sous ses pas les fossiles les plus précieux pour l'étude, c'est-à-dire ceux que les intempéries de l'air ont détachés des roches, et ont comme disséqués avec une patience et une délicatesse que les plus habiles préparateurs ne sauraient imiter. Quelle que soit la destination qu'il donnera aux fossiles ainsi recueillis, nous en profiterons tous dans les deux hémisphères, parce qu'ils entreront dans le domaine de la science, aujourd'hui commun à toutes les nations civilisées.

Puisqu'il est question du Canada, je suis charmé de pouvoir communiquer à la Société les nouvelles très satisfaisantes que je viens de recevoir directement de ce pays. Sir William Logan, que nous avons tous eu le bonheur de voir à Paris, et que nous reconnaissons tous comme un des géologues qui ont exploré avec beaucoup de courage, de bonheur et d'intelligence d'immenses surfaces dans des régions nouvelles pour la science, s'était convaincu, durant son séjour en France et en Angleteterre, de la nécessité de publier prochainement ses observations sur tant de faits nouveaux. Réservant naturellement pour lui la partie stratigraphique de ses travaux, il avait conçu l'espoir d'obtenir l'aide de M. J. Hall pour la partie purement paléontologique; mais ce savant étant encore occupé, peut-être pour assez longtemps, à terminer son grand ouvrage sur la paléontologie de l'État de New-York, sir W. Logan s'est vu obligé de chercher ailleurs l'assistance scientifique qui lui était nécessaire. Le bonheur a voulu qu'il rencontrât précisément dans son pays un jeune

observateur rempli d'intelligence, de zèle et même d'enthousiasme pour la science, suivant l'expression dont il se sert en m'annonçant son choix. La libéralité des États du Canada lui a permis d'attacher ce jeune homme au *Geological Survey* qui se trouve maintenant constitué dans ses diverses branches, car vous vous rappelez M. Sterry Hunt qui est chargé de la partie chimique et de l'analyse des substances minérales, et qui a fait à ce sujet d'intéressantes communications à la Société durant son séjour ici avec M. Logan.

Le paléontologue officiel du Canada se nomme M. E. Billing; il a été installé dans ses fonctions depuis plus d'un an, et paraît avoir activement employé son temps, ainsi que je puis en juger par une très longue communication qu'il vient de m'adresser par l'intermédiaire de sir W. Logan.

Cette communication est relative aux céphalopodes qui, comme on sait, jouent un grand rôle dans les faunes paléozoïques et principalement dans les faunes siluriennes du nord de l'Amérique, où ils sont représentés par beaucoup de formes jusqu'ici exclusivement propres à ces contrées. Nous devons nous attendre à voir surgir de ces travaux un grand nombre d'espèces nouvelles, et déjà M. Billing m'en annonce une cinquantaine qui sont réparties ainsi qu'il suit :

DIVISION SILURIENNE INFÉRIEURE.		DIVISION SILURIENNE SUPÉRIEURE.	
Ascoceras	2	*Gyroceras*	1
Nautilus	2	*Gomphoceras*	2
Gyroceras	2	*Cyrtoceras*	2
Cyrtoceras	5	*Orthoceras*	10
Orthoceras	23		
Total	34	Total	15

Ce tableau succinct présente à lui seul des faits importants.

1. On voit d'abord apparaître pour la première fois, sur le continent américain, le genre *Ascoceras*, représenté par deux formes qui caractérisent le groupe d'*Hudson river*, c'est-à-dire l'étage local couronnant la division silurienne inférieure en Amérique. Or, les espèces d'*Ascoceras*, jusqu'ici connues et d'une position géologique bien déterminée en Europe, sont les 11 espèces de Bohême appartenant à ma faune troisième, et une espèce d'Angleterre découverte à peine depuis un an dans la même faune et dans le groupe supérieur de Ludlow. J'ai aussi signalé, d'après le professeur Ferd. Rœmer, une forme scandinave dont l'horizon est encore incertain. Je vais revenir tout à l'heure sur le contraste que je signale dans la position des *Ascoceras* en Amérique et en Europe.

2. Les genres *Nautilus*, *Gyroceras* et *Cyrtoceras*, dont M. Bil-

ling a constaté la présence dans la division silurienne inférieure du Canada, étaient déjà connus dans la faune seconde aux États-Unis, à l'exception de *Gyroceras*. Nous en trouvons plusieurs espèces décrites sous divers noms par M. J. Hall, dans la Paléontologie de New-York. Or, ces trois genres sont complétement inconnus dans la faune seconde de Bohême. *Cyrtoceras* apparaît, il est vrai, dans la hauteur de notre division inférieure, mais c'est dans l'une de nos colonies, et par conséquent il n'appartient pas à la faune seconde. Ce même genre est représenté par quelques rares espèces, en Angleterre et en Scandinavie, dans la division inférieure. Il paraît beaucoup plus abondant en Amérique, circonstance qui mérite d'être remarquée, à cause de son harmonie avec un fait bien plus frappant. Ce fait, c'est que les genres *Gyroceras* et *Nautilus* ne sont point connus en Europe dans la division silurienne inférieure. Ajoutons à ces deux types *Ascoceras*, pour lequel nous venons de signaler la même particularité, et nous aurons trois genres de céphalopodes, qui ont apparu dans les mers américaines, bien avant l'époque où nous pouvons constater leur présence dans les mers d'Europe. Nous pourrions citer des exemples analogues pris dans la classe des gastéropodes. Ce privilége d'antériorité ne se borne pas aux mollusques. Nous l'avons déjà signalé, en 1850, relativement à la famille des Graptolites (*Grapt. de Bohême, page* 32). La famille des Trilobites nous a présenté un contraste semblable pour divers groupes d'espèces, ainsi que nous l'avons fait remarquer dans nos études générales sur ces crustacés. (*Syst. sil. de Boh.*, *p.* 306.)

Il est à remarquer que les contrées formant la limite nord-ouest de l'Europe, telles que l'Angleterre et la Scandinavie, participent, dans une certaine proportion, au même privilége, et font corps, pour ainsi dire, sous ce point de vue, avec l'Amérique septentrionale. C'est ce que nous avons constaté dans divers passages de notre *Parallèle entre les dépôts siluriens de Bohême et de Scandinavie.*

Si nous considérons maintenant les contrées siluriennes plus avancées vers le centre de l'Europe, comme la Bohême, la France et la péninsule espagnole, il semble qu'elles n'ont été en possession des genres dont nous venons de parler, qu'à une époque postérieure, relativement aux régions du premier groupe.

Ces indications, bien qu'incomplètes en ce moment, méritent l'attention, et peut-être pourra-t-on déduire un jour d'observations plus étendues, faites dans le même esprit, de précieuses données, sur le sens suivant lequel la propagation des plus anciens représentants de la vie s'est faite sur le globe.

3. En comparant les chiffres du petit tableau qui précède, on voit

que le nombre des céphalopodes appartenant à la faune seconde, c'est-à-dire à la division silurienne inférieure, est plus que double de celui qui indique les espèces de la division supérieure, ou faune troisième. Nous trouvons en Europe un rapport tout opposé Ainsi, en Bohême, c'est à peine si le nombre des céphalopodes de la faune seconde s'élève à $\frac{1}{15}$ de celui de la faune troisième. En France, bien que cette classe n'ait pas encore été bien étudiée, il est notoire qu'on rencontre à peine quelques représentants du seul genre *Orthoceras* dans la division inférieure, tandis que les seules localités où la division supérieure soit abordable jusqu'ici, savoir Saint-Sauveur-le-Vicomte et Feuguerolles, en Normandie, présentent une richesse relative de formes du même type. L'Angleterre elle-même, que nous venons de signaler, comme participant un peu au privilége d'antériorité de l'Amérique, est pauvre en céphalopodes dans sa division silurienne inférieure, tandis que les fossiles de cette classe sont beaucoup plus fréquents dans la division supérieure. C'est une observation encore récemment confirmée par sir Roderick Murchison dans sa *Siluria*.

Nous ne pouvons pas étendre notre comparaison à la Scandinavie, faute d'une énumération tant soit peu complète des céphalopodes de cette région. Nous savons seulement qu'il s'en trouve en grande abondance, dans la faune seconde, comme dans la faune troisième, et nous ne serions pas surpris si le chiffre des premiers l'emportait sur celui des seconds, ou du moins si ces deux chiffres étaient à peu près égaux; ce fait serait en harmonie avec l'antériorité relative, signalée pour cette contrée.

La majeure partie des observations que me communique M. Billing a rapport à des questions purement paléontologiques et spécialement relatives à la structure interne des céphalopodes et aux apparences qui résultent de la fossilisation, dans certains groupes du genre *Orthoceras*. Ces détails sont trop spéciaux, peut-être, pour intéresser en ce moment la Société. Je me dispenserai donc d'en parler, en me bornant à dire que M. Billing a fait ses observations avec une haute intelligence et en suivant une méthode très rationnelle. Je suis heureux de pouvoir constater que, dans toutes ces questions, M. Billing a confirmé de la manière la plus complète les observations et les vues que j'ai exposées à la Société, en 1855, dans deux communications, l'une sur *Ascoceras*, l'autre sur le *Remplissage organique des Céphalopodes*.

M. d'Omalius d'Halloy ayant insisté pour que la Société fût

informée des observations de M. Billing, M. Barrande continue en ces termes :

Je me rends au désir exprimé par notre honorable confrère, M. d'Omalius. Cependant je dois faire remarquer à la Société que je ne puis pas entrer dans tous les détails de la question, parce qu'il faudrait, pour ainsi dire, répéter mes communications de 1855, que je viens de rappeler, et surtout celle qui est relative au *remplissage*.

Le but de cette dernière communication était de rectifier certaines erreurs, accréditées depuis longtemps dans la science, et de simplifier notablement la nomenclature, en faisant rentrer dans le genre *Orthoceras* des formes qui en avaient été séparées comme types indépendants, sous les noms de *Actinoceras*, *Ormoceras*, *Endoceras*, *Conotubularia*, *Hyolites*, etc. Les fondateurs de ces divers genres s'étaient laissé guider par des apparences très trompeuses, présentées par l'organe important qu'on nomme le siphon. Ainsi, au premier aspect de certains fossiles, venant, soit du lac Huron, soit des contrées plus au nord dans l'Amérique, on avait cru reconnaître, dans le siphon, un tube interne, projetant des rayons verticillés sur l'enveloppe siphonale, très dilatée. C'est là l'idée exprimée par la dénomination *Actinoceras*, Bronn. C'est aussi l'interprétation maintenue tout récemment par l'un de nos honorables confrères, M. Sæmann, dans un Mémoire très remarquable sur les Nautilides.

Dans d'autres fossiles analogues et provenant des mêmes régions, un ingénieux observateur, Ch. Stokes, croyait distinguer une disposition des éléments du siphon, telle, que chacun d'eux se serait trouvé placé par moitié dans deux loges aériennes consécutives, tandis que dans les Orthocères chaque élément de cet organe correspond exactement à une seule loge. Cette nouvelle disposition a été prise comme caractère fondamental d'un nouveau genre, nommé *Ormoceras* par Stokes.

Voilà deux exemples qui suffisent pour faire concevoir quel était l'état de la question que j'ai abordée, au moment où la légitimité scientifique des types nommés semblait presque établie par une ancienneté de plus de vingt ans.

En étudiant attentivement les sections longitudinales d'un très grand nombre d'Orthocères de Bohême et autres contrées, j'ai reconnu qu'il existe ordinairement au droit du goulot des cloisons, c'est-à-dire, au point où le siphon est étranglé, un dépôt qui, d'après toutes ses apparences, doit être d'origine organique. Ce dépôt prend la forme d'un anneau, d'épaisseur un peu irrégulière, et que j'ai

nommé *anneau obstructeur*, parce qu'il finit par obstruer le canal interne du siphon. Chaque anneau s'étend au-dessus et au dessous du goulot correspondant, et, lorsque les anneaux consécutifs prennent leur plus grande extension, ils arrivent à se toucher suivant une surface à peu près horizontale, vers le milieu de la hauteur de chaque loge à air. Cette surface n'est pas plane, mais sillonnée par des rainures, qui rayonnent à partir de l'axe vers la circonférence du siphon. Dans tous les cas, il reste au milieu des anneaux obstructeurs un canal longitudinal, ouvert dans la grande chambre et qui peut se remplir comme celle-ci de toute matière vaseuse. Cette matière peut donc aussi s'injecter par les rainures entre deux anneaux contigus.

Or, suivant la nature des dépôts chimiques qui ont incrusté les parois internes des coquilles et qui ont le plus souvent rempli tous leurs vides, il s'est établi, dans la suite des siècles, des réactions chimiques dont on peut suivre la trace, et qui ont défiguré la structure primitive, en lui substituant deux sortes d'apparences plus ou moins constantes, qui sont précisément celles dont je viens de citer les noms.

Dans l'une, *Ormoceras*, le dépôt organique, ou anneau obstructeur, est intérieurement vidé, tandis que son enveloppe persiste. On voit alors, dans la section longitudinale, cette enveloppe réniforme, s'étendant au-dessus et au-dessous du goulot. C'est ce que Stokes a pris pour un élément du siphon, tandis que la véritable enveloppe siphonale se trouvait dissoute.

Dans l'autre cas, celui des *Actinoceras*, toute la substance des anneaux obstructeurs a été enlevée par voie de dissolution ; mais on trouve en place la substance de la roche compacte, qui avait été injectée entre deux anneaux consécutifs. Or, les surfaces voisines de ces anneaux étant sillonnées par des rainures rayonnantes, comme nous venons de l'expliquer, les matières injectées, lorsqu'elles persistent après la dissolution complète des anneaux, figurent réellement des rayons verticillés autour du moule formé dans le canal interne des anneaux.

L'interprétation que j'ai donnée de ces phénomènes a été fondée sur l'observation de spécimens appartenant les uns au Jardin des Plantes, les autres à la belle collection de notre ami, M. de Verneuil, ou à notre propre collection très riche en céphalopodes.

On conçoit aisément que M. Billing, ayant à sa disposition une grande suite d'Orthocères, et rencontrant sous ses yeux les formes singulières des *Ormoceras* et des *Actinoceras*, elles lui ont paru mériter une étude particulière. Il s'en est donc occupé activement, et il a mis à profit une circonstance très avantageuse qui ne s'était point offerte à moi. Les fossiles de certains gîtes du Canada ont été

complétement transformés en silice, c'est-à-dire que cette substance s'est substituée par épigénie au carbonate de chaux. Ainsi les coquilles sont changées en silice dans toutes leurs parties constituantes, savoir : le test externe, les cloisons, l'enveloppe siphonale et le dépôt organique dans le siphon. Après cette transformation, tous les vides internes ont été remplis par des substances calcaires, cristallisées ou compactes. En plongeant de semblables fossiles dans un bain d'acide hydrochlorique, on dissout aisément tout ce qui est calcaire, et l'on obtient la coquille dans sa forme primitive, telle qu'elle était au moment où elle a été débarrassée de son mollusque, sauf la substitution de substance que nous venons d'indiquer.

On conçoit quelle facilité et quelle sécurité présentent de semblables préparations pour les observations relatives à la structure interne des céphalopodes. C'est avec l'aide de fossiles ainsi préparés que M. Billing s'est rendu compte de la nature réelle des *Ormoceras* et des *Actinoceras*. Pour chacune de ces apparences, il est arrivé à des conclusions parfaitement identiques avec celles que renferme notre *Mémoire sur le remplissage*. Il a reconnu comme nous la forme et l'extension progressive des anneaux obstructeurs, à partir de la cloison en contact avec la chambre d'habitation jusqu'à la pointe de la coquille. Il a vu, comme nous l'avions enseigné, les surfaces rapprochées de ces anneaux, sillonnées par des rainures rayonnantes à partir de l'axe, et qui ne se correspondent pas exactement d'un anneau à l'autre. Il a reconnu que les prétendus rayons verticillés des *Actinoceras*, comme leur tube interne, ne représentent réellement que le moule de la roche compacte injectée dans les vides après la mort de l'animal. Il s'est aussi assuré que les rainures rayonnantes sur les faces horizontales des anneaux ne correspondent à aucune perforation à travers l'enveloppe siphonale.

En résumé, M. Billing, ayant entre les mains les moyens les plus sûrs pour éprouver et vérifier nos vues sur ces fossiles, les a confirmées de la manière la plus complète et la plus satisfaisante. Voilà donc une question qui, après avoir été agitée pendant plus de vingt ans, se trouve définitivement résolue.

Pendant que la vérité se manifestait successivement par des observations indépendantes et en si parfaite harmonie, en France, en Bohême et au Canada, un savant anglais, très recommandable d'ailleurs, M. Woodward, ayant sous les yeux une partie des matériaux précieux de Ch. Stokes, est entré de nouveau dans la lice pour soutenir l'existence du genre *Actinoceras* et de la merveilleuse structure rayonnante de son siphon. Nous trouvons un passage très significatif à ce sujet dans le mémoire que ce savant a récemment publié sur

un Orthocère de la Chine (*Quart. Journ.*, nov. 1856, p. 378). D'après tout ce qui vient d'être dit, je crois pouvoir me dispenser de discuter de nouveau les vues de M. Woodward, bien persuadé qu'il rectifiera lui-même ses observations et ses interprétations, lorsqu'il aura plus de temps à consacrer à cette question et des matériaux plus variés et plus complets à étudier. J'ai tout droit, ce me semble, d'attendre la conversion de ce jeune paléontologue, lorsque j'ai vu le plus ferme soutien des *Actinoceras*, notre honorable confrère, M. Sæmann, entrer dans mes vues après avoir étudié pendant quelques moments dans mon cabinet les principaux spécimens qui avaient servi à m'éclairer et à former mes convictions. J'ai été encore plus heureux dans cette occasion, en recevant de M. le professeur Bronn les lignes suivantes qu'il m'écrivit de Heidelberg après avoir traduit en allemand mon mémoire sur le remplissage organique du siphon : *Vos preuves sont si claires et vos déductions si justes, qu'il est impossible de vous faire une objection.* La Société remarquera que c'est le fondateur lui-même du genre *Actinoceras* qui reconnaît si loyalement la disparition de ce type. Espérons que M. Woodward ne tardera pas à imiter cet exemple. Je me réserve d'ailleurs de rectifier plusieurs autres erreurs semblables qui sont renfermées dans le *Mémoire sur une Orthocère de la Chine*, sous la forme de simples assertions qui paraissent dirigées contre des vues que j'ai exprimées dans diverses publications, et qui, suivant mon usage, seront établies sur des faits positifs et multipliés dans le volume II de mon ouvrage sur la Bohême.

M. de Verneuil demande jusqu'à quel point M. de Rottermund a pénétré vers le nord du lac Supérieur, et s'il a rencontré des étages supérieurs au silurien.

M. de Rottermund ne croit pas avoir observé d'autres couches que celles de l'étage silurien inférieur.

M. de Verneuil fait observer qu'aux bords du lac Huron, on trouve l'étage silurien supérieur avec tous ses fossiles, et que plus loin on trouverait probablement le terrain carbonifère.

Séance du 2 mars 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, M. le Président proclame membre de la Société :

M. Barbier (Léopold), rue Saint-Guillaume, 14, à Paris, présenté par MM. le marquis de Roys et le baron de l'Espée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. G.-P. Deshayes, *Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris*, etc., in-4, 3e et 4e livraisons, p. 81 à 160, et pl. 11 à 20, Paris, 1857 ; chez J.-B. Baillière et fils.

De la part de M. E. E. Deslongchamps :

1° *Notes paléontologiques et géologiques sur le département de la Manche* (extr. du t. I du *Bulletin de la Soc. Linn. de Normandie*), in-8, 16 p., 1 pl., Caen, 1856 ; chez A. Hardel.

2° *Note sur le genre* Anoplotheca, *par M. F. Sandberger, et catalogue des Brachiopodes de Montreuil-Bellay ;* par M. Eugène Deslongchamps (extr. du t. I du *Bulletin de la Soc. Linn. de Normandie*), in 8, 14 p., 1 pl., Caen, 1856 ; chez A. Hardel.

3° *Notice sur un nouveau genre de Brachiopodes*, par M. Ed. Suess (extr. du t. I du *Bulletin de la Soc. Linn. de Normandie*), in-8, 11 p., 1 pl., Caen, 1856 ; chez A. Hardel.

Nouvelles observations sur le genre Eligmus, par M. Eudes Deslongchamps (extr. du t. I du *Bulletin de la Soc. Linn. de Normandie*), in-8, 15 p., 1 pl., Caen, 1857 ; chez A. Hardel.

De la part de M. Ed. Hébert, *Sur les mammifères pachydermes du genre* Coryphodon (extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*, t. XLIV, séance du 26 janvier 1857), in-4, 4 p.

De la part de M. A. Favre, *Mémoire sur les tremblements de terre, ressentis en* 1855 (tiré de la *Biblioth. univ. de Genève*), in-8, 59 p., 1 carte, Genève, 1856 ; chez Ramboz et Schuchardt.

De la part de M. de la Roquette, *Projet d'un canal maritime sans écluses, entre l'Océan Atlantique et l'océan Pacifique, à l'aide des rivières Atrato et Truando*, par M. A. Kelley de

New-York, in-8, 80 p., 1 carte, Paris, 1857; chez Arthus Bertrand.

De la part de D.-D. Antonio L. Anciola et Eloy de Cossio, *Memoria sobre las minas de Rio-Tinto*, in-8, 168 p., 1 atlas de 10 pl., Madrid, 1856 ; chez E. Aguado.

De la part de M. James G. Percival, *Annual report of the geological survey of the State of Wisconsin*, in-8, 111 p., Madison, 1856 ; chez Galkins et Proudfit.

De la part de M. G. Poulett Scrope, *On the formation of craters, and the nature of the liquidity of lavas* (From the *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XII, part. 1), in-8, p. 326-350.

De la part de M. Seguin, aîné, *Mécanique industrielle. — Mémoire sur un nouveau système de moteur fonctionnant toujours avec la même vapeur, à laquelle on restitue, à chaque coup de piston, la chaleur qu'elle a perdue en produisant l'effet mécanique*, in-4, 17 p., Paris, 1857; chez Mallet-Bachelier.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, nos 7 et 8.

Bulletin de la Société de géographie, 4e sér., t. XIII, no 73, janvier 1857.

L'Institut, 1857, nos 1207 et 1208.

Mémoires de la Soc. d'agric., des sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube, t. XX de la collect., t. VII, 2e sér., nos 39 et 40.

The Athenæum, 1857, no 1530.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, etc., von K. C. v. Leonhard und H. G. Bronn, 1856, 6e cah.

Revista minera, 1857, t. VIII, no 162.

Le Secrétaire donne lecture d'un avis adressé aux géologues, par MM. de Hauer et Hörnes, relativement à une souscription ouverte à Vienne, pour l'érection d'un monument à M. Léopold de Buch.

M. le Président annonce qu'une souscription sera ouverte au local de la Société, et qu'il en sera donné connaissance à tous les membres par une circulaire.

M. Barrande fait la communication suivante :

Extension de la faune primordiale de Bohême; par M. J. Barrande.

Puisque M. d'Omalius d'Halloy demande avec une si aimable insistance que je fasse à la Société une communication non préparée, je m'y prête avec plaisir, espérant qu'il ne trouvera pas mauvais qu'en cette occasion je le prenne lui-même à partie.

M. d'Omalius, qui est notre maître à tous, parce qu'il nous a précédés tous dans l'étude de la science, parce qu'il en a successivement vu naître les principaux éléments, et parce qu'il a été un des premiers à nous enseigner la classification des grandes formations et des grandes faunes à peu près comme on les admet aujourd'hui, semble éprouver une certaine difficulté à reconnaître la faune primordiale, et à lui accorder la consistance et l'indépendance qu'elle paraît avoir acquises dans ces derniers temps. En causant récemment avec lui sur ce sujet, je lui ai entendu dire que la faune primordiale n'était encore qu'à l'état d'embryon scientifique. Cette appréciation d'un homme si éminent est peu flatteuse pour celui qui a introduit dans la géologie cette dénomination et l'idée qu'elle renferme. Je suis donc charmé d'avoir l'occasion d'exposer humblement à notre maître que cet embryon croît, se développe et se fortifie tous les jours, de manière à acquérir les mêmes droits à notre considération que les faunes postérieures suivant l'âge, mais plus anciennement admises dans la nomenclature géologique.

Pour bien faire apprécier ce que j'ai à dire, je suis obligé de jeter avec vous un coup d'œil rétrospectif sur l'état des choses il y a peu d'années.

En 1846, j'ai établi la faune primordiale de Bohême en montrant son indépendance et sa différence absolue, par rapport à la faune seconde du même pays, aussi bien en considérant les genres qu'en ayant égard aux espèces. A cette époque, je ne me doutais nullement que cette distinction pourrait un jour s'appliquer à d'autres contrées; mais bientôt les publications faites sur d'autres régions siluriennes me firent reconnaître entre les faunes de ces régions et celle de Bohême une harmonie inattendue. D'abord la première livraison de la *Palæontologia suecica* de M. Angelin, en 1851, me montra en Suède deux faunes aussi tranchées que mes faunes primordiale et seconde, placées relativement dans une semblable position et composées respectivement des mêmes éléments zoologiques.

En 1853, peu après la publication de mon premier volume, tous les paléontologues furent surpris de trouver dans l'ouvrage du doc-

teur Dale Owen, publié presque au même moment aux États-Unis, la description et les figures d'une série de Trilobites, dont les formes et la position géologique correspondaient exactement, dans les contrées au nord-ouest de l'Amérique, à ma faune primordiale de Bohême.

Cette double coïncidence dans les découvertes faites en Suède et au nouveau monde devait être d'autant plus frappante pour moi qu'elle résultait de recherches faites presque simultanément avec les miennes dans des régions géographiquement très éloignées, et par des savants avec lesquels je n'avais eu aucune relation quelconque et qui sans doute ignoraient mon existence; mais quelque précieux que fussent ces documents, il leur manquait une certaine considération qu'obtiennent de premier abord les faits observés par les grands maîtres de la science, c'est-à-dire par les fondateurs des grandes classifications géologiques. En d'autres termes, ils avaient le désavantage de provenir de contrées qui ne sont point le sol classique du terrain silurien.

Mais que se passait-il alors dans la contrée classique d'Angleterre? J'ai séjourné à Londres et sur divers autres points du pays pendant l'hiver de 1850 à 1851. Mon but était de rechercher dans toutes les collections paléozoïques tout ce qui pouvait me servir à établir les rapports entre les faunes siluriennes des Iles-Britanniques et celles de la Bohême. Les belles collections du *Geological Survey*, du Musée Woodwardien à Cambridge, celles de divers savants à Dudley et ailleurs, renfermaient alors comme aujourd'hui de riches documents constatant, pour l'œil le moins exercé dans ces matières, la parfaite représentation des faunes seconde et troisième, si bien établies et illustrées par sir Roderick Murchison dans son *Silurian system*, et telles que je les avais retrouvées en Bohême; mais la faune primordiale n'était ni représentée matériellement d'une manière évidente ni admise en aucune façon par les savants anglais.

Pour moi, je la reconnaissais cependant d'une manière indubitable dans quelques rares spécimens ou fragments de Trilobites, provenant les uns des *Lingula beds* du pays de Galles, les autres des collines de Malvern; mais j'étais loin de voir mes convictions partagées, soit par le chef, soit par les officiers du *Geological Survey*. A leurs yeux, tout espoir de découvrir en Angleterre une faune semblable à la faune primordiale de Bohême devait être abandonné, car ils avaient soigneusement étudié la contrée et l'horizon spécial où cette faune aurait dû se trouver. Des collecteurs attachés au *Survey*, et par conséquent exercés à ces sortes de recherches, avaient vainement fouillé çà et là sans rencontrer d'autres fossiles que les rares frag-

ments que je viens d'indiquer. Construire une faune avec de pareils éléments paraissait présomptueux, et l'on pouvait, sans faire tort à leur importance, les adjoindre comme un simple appendice à la faune seconde.

Il me semblait cependant que des indices de cette nature étaient assez significatifs pour engager à entreprendre de nouvelles fouilles sur les horizons les plus importants ; mais à mes vœux plusieurs fois exprimés à ce sujet s'opposait une difficulté purement administrative : c'est que les travaux géologiques, étant comme terminés dans le pays de Galles, il n'y avait pas lieu de recommencer les fouilles.

Tel était l'état des choses en Angleterre, lorsque je revins en France, dans les premiers mois de 1851. A cette époque, j'eus l'honneur de faire à la Société une communication insérée au *Bulletin* et renfermant en substance les faits que je viens de rappeler.

A la fin de 1852, je publiai mon premier volume, et dans l'esquisse géologique qui est en tête, je constatai les résultats de mes observations en Angleterre dans les termes suivants : « Il est fort à regretter » que, dans cette contrée classique, les circonstances n'aient pas » encore permis de rappeler au jour un plus grand nombre de re- » présentants de la faune primordiale qui, probablement, n'y man- » quent pas plus qu'en Bohême. Il faut espérer que le zèle éclairé, » qui a déjà produit tant de grands résultats, sur cette terre native » de la géologie, ne laissera point perpétuer les ténèbres qui voilent » encore cette partie de la science. »

Mes vœux furent entendus, et, dès l'année 1853, des recherches spéciales furent entreprises dans le pays de Galles, sur les points les plus intéressants.

Cette fois, ce fut l'un des paléontologues officiels du *Geological Survey* qui se transporta sur les lieux pour diriger les fouilles, et sa présence eut tout le succès désiré. Son œil exercé saisit les traces qui avaient jusqu'alors échappé aux ouvriers collecteurs. Après un séjour de dix semaines dans ce pays, M. Salter m'écrivait qu'il avait fait une ample moisson de Trilobites inattendus, soit dans les *Lingula beds*, soit au-dessus, soit au-dessous de ce célèbre horizon. Mais qu'étaient donc ces Trilobites? C'étaient des *Agnostus*, *Conocephalus*, *Ellipsocephalus*, etc., c'est-à-dire les représentants les plus caractéristiques de la faune primordiale de Bohême.

Dès ce moment, l'opinion des paléontologues du *Geological Survey* subit une transformation remarquable. Cette transformation fut clairement constatée par Edouard Forbes, dans son discours à la réunion anniversaire de la Société géologique de Londres, le 17 février 1854. Ce savant, dont la perte prématurée est à jamais regret-

table pour la science, après avoir passé en revue les documents constatant l'existence de la faune primordiale, en Bohême, en Scandinavie, en Angleterre et aux États-Unis, termine par ces mots : « La démonstration de cette importante zone de la vie, la plus an- » cienne qui ait été reconnue distinctement jusqu'à ce jour, est un » grand progrès dans la géologie paléozoïque ; progrès solidement » établi durant l'année qui vient de s'écouler. »

Ces paroles sont celles d'une haute autorité, à cause des fonctions que réunissait en ce moment Edouard Forbes, comme président de la Société géologique et comme chef des travaux paléontologiques du *Geological Survey*. Aussi voyons-nous, depuis cette époque, l'idée de la faune primordiale implicitement admise dans les publications les plus importantes de l'Angleterre. D'abord, notre premier maître à tous en cette matière, Sir Roderick Murchison, dans son bel ouvrage *Siluria*, consacre un chapitre particulier à la plus ancienne zone de la vie animale dans les Iles Britanniques, et plus loin il établit un parallèle entre cette zone et la faune primordiale de Bohême, qu'il considère, ainsi que nous, comme représentant un même horizon (p. 342).

Dans la dernière édition de ses *Éléments de Géologie*, Sir Charles Lyell, non-seulement reconnaît la faune qui nous occupe, mais il cherche, par une dénomination particulière, à lui donner une indépendance qui n'a jamais été dans nos idées ; car nous la considérons comme une partie intégrante et inséparable du système silurien. S'il est un pays où cette connexion soit plus marquée que dans tout autre, c'est bien l'Angleterre, où il a été constaté que la faune primordiale et la faune seconde coexistent sur un même horizon de contact ou de passage, où se trouvent réunis des Trilobites caractéristiques de l'une et de l'autre.

Les communications particulières que nous recevons de nos amis s'accordent à nous montrer qu'il se fait un progrès continu, dans la découverte de nouvelles formes, enrichissant à la fois la faune primordiale d'Angleterre et établissant d'intimes rapports avec celles de Bohême et de Scandinavie. On en jugera par ce fait très significatif que tous les Trilobites, prédominant sur cet horizon, en Angleterre comme ailleurs, se rangent aujourd'hui dans les genres *Agnostus*, *Conocephalus*, *Ellipsocephalus*, *Olenus* et *Paradoxides*, si caractéristiques pour cette faune dans l'une ou l'autre des deux contrées comparées.

L'influence de ces découvertes et des harmonies frappantes qui en résultent ne saurait être mieux exprimée que par un passage d'une lettre que j'ai récemment reçue de M. Salter : « *Plus j'étudie*, »

m'écrit ce savant, « *et plus je reconnais les caractères qui distinguent* » *la faune primordiale.* » Ces paroles sont assez explicites, dans la bouche du paléontologue officiel d'Angleterre; elles contrastent grandement avec le langage qu'on tenait au *Geological Survey*, lors de mon séjour en Angleterre en 1851-1852. Il y a donc eu incontestablement, dans le pays classique du système silurien, un grand progrès, d'un côté dans les découvertes matérielles, et de l'autre, dans les opinions scientifiques les plus respectables, relativement à la faune primordiale.

Mais ce n'est pas tout, car les découvertes matérielles n'ont pas été restreintes aux contrées classiques du pays de Galles. On sait qu'en Irlande les travaux de divers savants ont grandement avancé la connaissance des terrains anciens de cette île. La présence de la faune seconde y avait été constatée depuis bien des années, et nous pouvons tous nous rappeler la vive impression que produisit, en 1843, la publication du *Geological Report* du capitaine Portlock, qui nous dévoila, pour la première fois, les richesses paléontologiques de cette contrée. Depuis lors, il paraît que les découvertes se sont succédé de manière à combler les lacunes, et nous apprenons, par M. Salter, que l'horizon des *Lingula beds* a fourni en Irlande à peu près toutes les mêmes formes que l'on connaît aujourd'hui en Angleterre, dans cette formation. Voilà donc une nouvelle extension géographique de la faune primordiale, telle que nous l'entendons.

Les découvertes ne s'arrêtent pas là. On conçoit qu'en recueillant des fossiles inattendus et déjà si nombreux, au-dessous du célèbre horizon qui semblait ne renfermer qu'une solitaire Lingule, l'idée a dû se présenter qu'on pourrait peut-être aussi rencontrer quelques traces de la vie animale sur des horizons inférieurs, dans la série supposée azoïque. Guidé par cette idée, M. Salter en 1855 a entrepris quelques fouilles dans les roches du Longmynd. Tout le monde connaît ces classiques collines qui ont servi de type au soulèvement nommé *système du Longmynd*. Ce soulèvement est rangé parmi les quatre qui ont été considérés jusqu'à ce jour comme antérieurs à l'époque silurienne.

Bien que les recherches de M. Salter, dans ces couches violemment redressées, n'aient mis au jour qu'un petit nombre de fossiles fort incomplets, ils suffisent cependant pour mériter notre attention. Ces fossiles sont, d'abord, quelques formes incertaines, considérées comme d'origine végétale et rangées parmi les fucoïdes, sous le nom générique de *Chondrites*. Les vestiges d'origine animale consistent dans des tubes ou perforations attribués à des vers et dans certaines impressions assemblées par paires et interprétées par M. Salter

comme la double ouverture que font ordinairement, sur les rivages, certains Annélides, comme les *Arenicola*, qui vivent sur les plages de la France et de l'Angleterre. On conçoit que des éléments paléontologiques d'une nature si peu définie, tout en constatant l'existence de la vie à cette époque, ne suffiraient point pour établir des rapports entre les êtres indiqués et ceux que l'on connaît sur les horizons supérieurs. Comme on trouve aussi des traces analogues d'*Arenicola* dans les grès schisteux du terrain carbonifère, dans le Lancashire, il est clair que ces apparences dans le Longmynd n'indiquent pas des êtres d'une nature différente de ceux qui ont suivi dans toute la série des temps. Par conséquent ils ne sont pas propres à caractériser une époque, ni une faune déterminée. Heureusement, M. Salter a recueilli en même temps quelques fragments d'un Trilobite, fort incomplets, il est vrai, mais indiquant cependant, par leurs formes, les caractères propres à la faune primordiale. Nous voyons, comme lui, dans ces fragments, le *pygidium* d'une espèce analogue à celles qui ont été nommées *Dikelocephalus* par Dale Owen et qui représentent dans le Nouveau-Monde la famille des *Paradoxides* des régions européennes.

La découverte de M. Salter dans le Longmynd avait été précédée, vers 1850, par une découverte analogue, à peu près sur le même horizon, en Irlande. Le professeur Oldham a recueilli dans les roches de Bray-Head, près Dublin, des empreintes de nature douteuse, que le professeur Edouard Forbes a nommées *Oldhamia* et a classées parmi les Bryozoaires, mais qui pourraient n'appartenir qu'à des plantes. Or, tout récemment, c'est-à-dire vers la fin de 1856, un jeune géologue irlandais, M. Kinahan, encouragé sans doute par le succès de M. Salter, a fait de nouvelles recherches dans les roches de Bray-Head, et il y a trouvé de nombreuses traces d'Annélides. Ces traces, consistant dans des tubes de formes diverses, sont associées avec les *Oldhamia*, et offrent des formes analogues aux tubes signalés par M. Salter dans les roches du Longmynd. Elles sont aussi accompagnées, comme en Angleterre, par des apparences de fucoïdes, mais jusqu'ici cette localité n'a fourni aucun vestige de Trilobite.

Voilà donc deux points distincts sur lesquels se montrent les traces de la vie, à une profondeur plus grande qu'on ne l'avait admis en Angleterre. Ce fait doit-il entraîner quelque modification importante dans la classification des terrains paléozoïques ? Nous ne le pensons pas.

En 1855, avant d'avoir la moindre connaissance de la découverte de M. Salter dans Longmynd, nous avons admis *à priori* dans notre *Parallèle* la possibilité de découvrir quelque Trilobite avant-cou-

reur de la faune primordiale (p. 45). On sait en effet que tous les groupes de formes animales sont annoncés d'avance par quelques apparitions sporadiques que M. Agassiz nomme les *espèces prophétiques*. Pendant que notre *Parallèle* était sous presse, nous avons reçu fort à propos une lettre de M. Salter, annonçant ses succès inattendus dans le Longmynd et confirmant nos prévisions.

S'il s'agit maintenant d'assigner une place à ces êtres récemment découverts, rien ne nous semble plus simple.

Supposons pour un instant que le Trilobite du Longmynd, *Palæopyge Ramsayi*, Salt., ait été découvert en Bohême, au-dessous de la limite assignée par nous à notre étage des schistes protozoïques C. Il est constant que les roches au-dessous de cette limite sont concordantes avec celles qui sont au-dessus sous le rapport de la stratification. Elles ont d'ailleurs une nature pétrographique semblable, et présentent les mêmes alternances de schistes, de grès et de conglomérats. Rien ne les distingue donc les unes des autres, si ce n'est l'absence ou la présence des fossiles. Par conséquent, si nous avions trouvé à une profondeur verticale quelconque, au-dessous de notre étage C, une forme trilobitique, nouvelle peut-être, mais présentant les caractères de conformation qui sont propres aux Trilobites de notre faune primordiale, nous n'hésiterions point à considérer cette forme comme représentant un avant-coureur de cette même faune. Nous n'aurions donc aucune autre modification à faire dans la classification de nos étages, si ce n'est d'abaisser verticalement la limite inférieure de notre étage C. Tout resterait donc dans l'ordre établi.

Il nous semble qu'en somme ce que nous ferions en Bohême est précisément ce qui doit être fait tôt ou tard en Angleterre, mais en surmontant quelques difficultés locales.

Ces difficultés proviennent de l'influence qu'exerce dans l'esprit de certains géologues anglais la considération de ce qu'ils nomment les groupes physiques. Or, on sait que les roches de Longmynd constituent un groupe de roches bien caractérisées, et qui diffèrent notablement, par leurs apparences physiques, des autres groupes qui lui succèdent dans l'ordre vertical, comme ceux des *Lingula beds*, de *Llandeilo*, etc. On retrouve en Irlande les mêmes groupes avec des apparences semblables et dans le même ordre de succession. Par conséquent, pour appliquer à l'Angleterre la méthode que nous venons d'indiquer comme d'une exécution si simple et si légitime en Bohême, il faudrait faire une sorte de violence aux idées, et pour ainsi dire aux principes qui ont encore de très respectables représentants dans l'école anglaise.

Cette difficulté se trouve encore aggravée par une circonstance qui doit être prise en considération. C'est que le groupe du Longmynd et de ses équivalents a reçu du *Geological Survey* le nom officiel de *terrain cambrien*. Cette dénomination, destinée à perpétuer le souvenir des travaux si recommandables de l'un de nos maîtres les plus vénérés, bien qu'elle ne se trouve pas ainsi appliquée selon ses vues, commande cependant à juste titre les égards et le respect des savants.

Malgré la juste influence de ces considérations, nous ne doutons pas que l'unité et l'extension verticale de la faune primordiale ne soient abstractivement admises en Angleterre comme en Bohême.

Une circonstance qui nous confirme dans cette confiance et à laquelle il est important de faire attention, c'est que, dans le pays de Galles comme en Bohême, les formations qui renferment la faune primordiale et la faune seconde sont en parfaite concordance sous le rapport de la stratification. En effet, il a été démontré par sir Roderick Murchison, d'abord dans son *Silurian system* et ensuite dans sa *Siluria*, qu'il existe un passage continu, c'est-à-dire sans aucune trace quelconque de dislocation, d'abord entre le groupe de Llandeilo et celui des *Lingula beds*, et ensuite entre ce dernier et le groupe du Longmynd. Ces observations ont été confirmées par les officiers du *Geological Survey*. Le soulèvement du Longmynd n'est donc manifesté par aucune discordance générale dans la hauteur de ces trois groupes. Il en existe une, il est vrai, dans cette région, mais elle est purement locale, et, au lieu de correspondre à l'origine des temps siluriens, elle tombe précisément au milieu de la faune seconde. Elle n'affecte que les grès de Caradoc qui, en quelques points du pays de Galles et du Shropshire, sont en discordance avec les schistes de Llandeilo, tandis qu'ils sont en parfaite concordance sur une grande partie de leur étendue horizontale.

D'après ces relations stratigraphiques si simples, il est clair qu'entre l'horizon des *Lingula beds* et celui des nouveaux fossiles découverts par M. Salter dans Longmynd, rien n'indique une de ces séparations ou limites des périodes géologiques qu'on a cru reconnaître dans les discordances des formations, et puisque nous retrouvons dans le seul fossile bien caractérisé du Longmynd une forme entièrement analogue à celles de la faune primordiale, il ne peut y avoir aucun motif de ne pas les réunir. Cette réunion paraîtra d'autant plus naturelle, si l'on remarque que c'est précisément à cause d'une semblable conformité dans les caractères paléontologiques que les groupes de Llandeilo et de Caradoc sont réuni

de plein droit en une seule et grande faune qui est notre faune seconde, malgré les discordances locales signalées entre eux sur divers points de leur étendue horizontale en Angleterre.

En résumé, il résulte de tout ce qui vient d'être dit, que depuis l'époque de 1846, où l'existence d'une faune primordiale a été signalée pour la Bohême considérée isolément, les études faites en Suède, en Norwége, dans les États au nord-ouest de l'Amérique septentrionale, dans le pays de Galles, dans la partie orientale de l'Irlande, etc., ont constaté la présence d'une faune semblable, c'est-à-dire composée des mêmes éléments zoologiques, et placée de même dans la série verticale des formations. En voyant les progrès que la faune primordiale a faits en si peu d'années sous le rapport de son extension géographique dans des contrées si diverses et si largement espacées sur la surface des deux continents, il est impossible aujourd'hui de contester, soit son existence, soit son indépendance, par rapport aux faunes postérieures. Nous espérons donc que notre très respecté maître, M. d'Omalius, voudra bien l'honorer de sa considération scientifique.

M. d'Omalius expose les motifs pour lesquels la faune primordiale lui paraît encore incomplète.

M. Barrande répond :

Il est de toute évidence, pour quiconque étudie la succession des êtres dans la série des temps géologiques, que toutes les formes qui représentent la vie organique n'ont pas été créées à la fois, mais au contraire ont apparu à des époques successives. Par conséquent, les grandes faunes, c'est-à-dire les grands groupes d'êtres animés que nous distinguons par des caractères communs dans leurs formes, et qui correspondent à certaines périodes plus ou moins longues dans la suite des âges, à mesure que nous descendons dans l'échelle géologique, doivent nous paraître de plus en plus incomplètes, si nous les comparons à la faune actuelle qui réunit tous les types des formes de la vie. Ainsi, il est tout naturel que la faune primordiale soit précisément celle qui nous présente le moindre nombre de ces types. C'est justement là un caractère qui lui est inhérent; c'est le critérium qui doit la faire distinguer de toutes les faunes postérieures. Exiger que la faune primordiale nous présente, par exemple, toutes les classes d'animaux qu'on trouve dans les formations jurassiques, c'est méconnaître le grand fait de l'apparition successive des types organiques auquel nous venons de faire allusion. On devrait alors considérer les faunes jurassiques comme plus incomplètes en-

core que la faune primordiale, puisqu'on les étudie depuis bien plus longtemps, sans qu'on y ait découvert aucune trace ni des grands mammifères terrestres des époques tertiaires ni aucun vestige de l'homme.

Sans doute, l'attente et les prévisions de bien des savants ne sont pas satisfaites, en ce que le nom de faune primordiale est appliqué à un ensemble d'êtres qui ne représentent pas les rangs les plus infimes de la vie animale, comme on l'avait supposé dans tous les systèmes de cosmogonie; mais, si un fait nous est importun en ce qu'il nous oblige à réformer des opinions toutes faites, ce fait ne perd rien par là de sa valeur lorsqu'il est bien constaté. Or, que voyons-nous dans les nombreuses régions ci-dessus énumérées, comme représentant ce que nous nommons la faune primordiale? Nous voyons partout un même groupe d'êtres parmi lesquels prédomine presque exclusivement une seule famille fortement caractérisée, savoir celle des Trilobites; mais ces Trilobites eux-mêmes n'offrent pas des formes quelconques qu'on puisse confondre avec celles des périodes suivantes. Les genres primordiaux de cette famille sont complétement distincts de ceux de la faune seconde, de sorte qu'il y a sous ce rapport entre les deux faunes une différence beaucoup plus tranchée que celle qu'on observe entre deux autres faunes consécutives quelconques dans les temps paléozoïques. Cette prédominance uniforme des Trilobites, avec une conformation particulière dans la faune primordiale de tous les pays, est un caractère dont la valeur n'est dépassée par aucune des analogies que la science invoque en établissant l'indépendance des autres faunes postérieures.

Voilà le grand caractère positif de la faune primordiale ; mais elle est distinguée par un autre caractère relativement négatif, et qui n'est pas à nos yeux d'une moindre valeur, à cause de la constance semblable avec laquelle il se présente dans toutes les régions explorées. Ce caractère consiste en ce que les autres classes animales ne sont représentées pour ainsi dire que par des avant-coureurs ou manquent même d'une manière absolue.

Pour bien faire concevoir ce fait, il nous suffit d'énumérer les types observés dans chacune des contrées sur l'horizon qui nous occupe, en parcourant la série animale :

				Espèces.
Vertébrés			Aucune trace.	
Mollusques	Céphalopodes		Aucune trace certaine.	
	Ptéropodes	Bohême	5	7
		Suède	1	
		États-Unis	1	
	Gastéropodes		Aucune trace certaine.	
	Acéphalés		Angleterre	1
	Brachiopodes	Bohême	2	18
		Suède	8	
		Angleterre	2	
		États-Unis	6	
	Bryozoaires	Suède	1	3
		Angleterre	2	
Articulés	Arachnides		Aucune trace.	
	Insectes		Aucune trace.	
	Crustacés. *Trilobites*	Bohême	27	124
		Scandinavie	71	
		Angleterre	15	
		Irlande		
		États-Unis	11	
	Crustacés. *Phyllopodes*	Angleterre		1
	Cirrhipèdes		Aucune trace.	
	Annélides	Angleterre		3?
		Irlande		
Radiaires	Échinodermes		Bohême	4
	Zoophytes		Aucune trace certaine.	
	Foraminifères		Aucune trace.	
	Amorphozoaires		Aucune trace.	
			Total	161
Végétaux	Fucoïdes et formes incertaines		Angleterre	4?

En résumé, ce tableau montre que sur environ 161 espèces constituant aujourd'hui l'ensemble de toute la faune primordiale, la famille des Trilobites en fournit à elle seule 124, c'est-à-dire plus des trois quarts.

Les brachiopodes viennent ensuite suivant l'ordre d'importance numérique, et représentent environ $\frac{1}{9}$ du chiffre total.

Les ptéropodes se placent en troisième ligne par le chiffre de 7 espèces, c'est-à-dire $\frac{1}{23}$.

Les échinodermes et les bryozoaires ne dépassent pas 3 et 4 formes distinctes.

On remarquera qu'à l'exception des Trilobites qui se retrouvent avec la même prédominance relative dans tous les pays, et les brachiopodes qui ne manquent absolument dans aucune contrée, les

autres classes ou familles ne sont pas représentées partout. Nous voyons au contraire que leurs rares représentants sont jetés çà et là d'une manière sporadique. Il y a même de grandes surfaces où l'on ne trouve que quelques Lingules, comme dans le *Potsdam sandstone*, aux États-Unis. Ainsi la faune primordiale doit paraître doublement incomplète, d'abord par son ensemble comparé à la série animale, et ensuite par l'isolement, dans diverses régions éloignées, des types organiques coexistants, de telle sorte qu'on ne les trouve tous réunis dans aucun bassin. Ces faits nous semblent bien indiquer le commencement des créations animales, mais dans un ordre tout différent de celui qui avait été admis, en supposant que la vie avait été d'abord représentée par les types les plus imparfaits de la série uniformément répandus, sous les mêmes apparences spécifiques, sur toute la surface des mers primitives.

Suivant M. d'Omalius, l'état si incomplet de la faune primordiale dépendrait en grande partie du défaut de recherches suffisamment prolongées. Nous admettrons volontiers que cette observation peut très bien s'appliquer aux vastes surfaces de l'Amérique septentrionale, et peut-être aussi à plusieurs des contrées européennes que j'ai nommées. On pourrait donc espérer voir découvrir dans ces pays de nouvelles formes, dont il nous est sans doute impossible de préjuger la nature ; mais, puisque toutes les formes découvertes jusqu'à ce jour sur les divers points du globe laissent une lacune si immense à combler, nous ne voyons pas grande probabilité pour que la série animale tout entière soit un jour représentée dans la faune primordiale.

En ce qui touche la Bohême en particulier, nous n'hésitons pas à dire qu'il ne nous reste presque aucun espoir de faire une découverte importante sur cet horizon. Voilà près de vingt ans que nous fouillons les roches de notre étage C, et déjà, depuis bien des années, nous n'y voyons apparaître aucune espèce nouvelle, tandis que nos autres étages nous en fournissent de temps en temps quelques-unes. L'activité et l'étendue de nos travaux peut bien représenter ce qu'on pourrait nommer des recherches expectantes, prolongées au moins durant un demi-siècle.

Qu'il nous soit permis de rappeler qu'à force de chercher dans nos schistes protozoïques, nous avons fini par y découvrir des embryons de Trilobites qui n'ont pas un demi-millimètre de diamètre, et par compléter des séries de 20 métamorphoses pour une même espèce, sans qu'il nous ait échappé un seul degré appréciable de son développement. Nous ne connaissons encore aucune découverte semblable pour les crustacés des faunes secondaires ou tertiaires les

plus explorées. On pourrait donc dire que sous ce rapport du moins la faune primordiale est plus complète que les faunes qui ont été l'objet des plus longues études.

Nous croyons donc être en droit de penser que s'il eût existé dans nos schistes protozoïques des êtres quelconques autres que les Trilobites et de nature à fournir des fossiles, il faudrait qu'ils eussent été extraordinairement rares pour que leurs traces nous eussent complétement échappé. Cette extrême rareté serait encore en harmonie avec les caractères que nous concevons pour la faune primordiale.

M. d'Omalius vient de nous citer avec complaisance la découverte récente de mammifères dans les terrains jurassiques et de reptiles dans les terrains carbonifères. Il lui paraîtrait donc très vraisemblable qu'on pourra découvrir tôt ou tard jusque dans la faune primordiale, soit des restes organiques de ces deux classes, soit au moins des traces de vertébrés ; mais il veut bien, il est vrai, nous accorder deux cents ans pour ces découvertes.

En ce qui touche les mammifères, quel que soit le nombre inattendu des espèces qui ont été recueillies à Stonesfield dans le cours de cette dernière année, il ne faut pas oublier que c'est la seule localité qui présente les restes de cette même classe sur un horizon si inférieur. Cependant les terrains jurassiques peuvent être considérés comme du nombre de ceux qui ont été le plus fouillés, soit dans le sens vertical, soit dans le sens horizontal. Ne pourrait-on pas considérer la localité que nous venons de citer comme un des centres de création, où la classe des mammifères a d'abord apparu sous un certain nombre de formes qui auraient été comme des avant-coureurs ? Cette interprétation pourrait aussi s'appliquer à la présence de reptiles dans le terrain carbonifère, où ils sont encore si clairsemés sur la surface du globe, malgré les fouilles plus fréquentes dans cette formation que dans toute autre sur les deux continents. Nous étendrions à plus forte raison la même interprétation à l'unique reptile trouvé jusqu'ici dans le vieux grès rouge en Écosse, et nommé *Telerpeton Elginense*, Mantell.

Quant aux vertébrés en général, il est certain que la classe des poissons offre déjà un assez grand développement, non-seulement dans le terrain carbonifère, mais dans l'époque antérieure, c'est-à-dire dans le terrain dévonien, où elle présente tant de formes si singulières. On sait que sur ce dernier horizon les poissons abondent plus ou moins dans plusieurs contrées, telles que l'Écosse, l'Angleterre, la Russie, l'Amérique, etc. Cette classe était donc très répandue à cette époque, mais son développement était pour ainsi

dire subit et comparable à celui des Trilobites dans la faune primordiale. En effet, comme nous le disions tout à l'heure, on ne peut citer au-dessous de cette dernière que la trace de quelques Trilobites avant-coureurs, comme celui du Longmynd. De même nous dirons que les poissons très rares, rencontrés au-dessous du terrain dévonien, jouent aussi le rôle d'avant-coureurs pour cette classe. Ces poissons ont été signalés dans les dépôts qui couronnent la division supérieure du système silurien en Angleterre et en Bohême. Leur existence n'est bien constatée jusqu'ici dans aucune autre région, car divers fossiles, considérés d'abord comme des fragments de poissons, ont été reconnus ensuite comme appartenant à des crustacés. Si l'on veut maintenant se faire une idée de la fréquence, ou pour mieux dire de la rareté de ces poissons siluriens, nous constaterons qu'en Bohême ils offrent deux espèces dans notre division supérieure. La plus ancienne appartient à notre étage calcaire moyen F, où elle est représentée par un seul fragment ; la seconde, qui se trouve dans notre étage calcaire supérieur G, a fourni en tout une dizaine de morceaux de nature osseuse. Ce chiffre seul, comparé aux myriades de Trilobites et de mollusques recueillis dans la même division supérieure et dans les mêmes localités, démontre assez que l'existence des poissons n'était encore qu'à l'état sporadique en Bohême. Cette vérité devient encore plus manifeste, si l'on remarque que notre étage calcaire inférieur E, formant la base de notre division supérieure, ne nous a jamais offert le moindre vestige de vertébrés, tandis que nous y avons recueilli environ 1200 espèces de zoophytes, crustacés ou mollusques, parmi lesquelles au moins 400 espèces de céphalopodes. Comment les poissons seuls auraient-ils pu échapper aux recherches qui ont mis au jour tant de formes si variées des autres classes, et dont un grand nombre n'est représenté que par un seul exemplaire ? Il faut donc admettre, ou que la classe des vertébrés n'avait pas encore fait son apparition en Bohême à cette époque, ou bien qu'elle se bornait à quelques individus qui n'ont pas encore été trouvés. Dans les deux cas, il est clair que l'horizon dont nous parlons, c'est-à-dire la base de la division silurienne supérieure, doit correspondre à la limite extrême de l'existence des poissons ou des vertébrés.

Cette opinion nous paraît largement confirmée par un fait jusqu'ici sans exception : c'est qu'il n'a été découvert jusqu'à ce jour aucun vestige réel de poisson dans la division silurienne inférieure, ni sur l'ancien ni sur le nouveau continent. On avait cru, il est vrai, avoir recueilli des fossiles de cette classe en quelques localités et notamment en Irlande ; mais un examen plus attentif a démontré

plus tard que les fragments en question étaient d'une nature zoologique toute différente. La Société peut se rappeler que j'ai eu l'honneur de lui annoncer ce résultat d'observations faites en Angleterre durant mon séjour en 1851. Une note postérieure de M. Salter est venue les confirmer. Quant aux petits fossiles recueillis par le docteur Pander aux environs de Saint-Pétersbourg, sur un horizon très bas dans la division silurienne inférieure, les observations faites à Paris comme à Londres par les autorités compétentes ont démontré que ces formes, quoique semblables à de très petites dents de poissons, ne pouvaient être que des épines ornant la surface de quelque crustacé. Il ne reste donc en somme aucun fait constatant l'existence d'un poisson quelconque dans la division silurienne inférieure.

Cette observation doit être d'un grand poids dans la question, car il faut remarquer que cette division constitue réellement la grande masse du système silurien, soit dans son extension verticale, soit dans son étendue géographique ou horizontale. Sous ces deux rapports, la division supérieure ne représente qu'une faible fraction du tout. On conçoit que les recherches relatives à ces deux divisions sur les deux continents doivent en définitive produire des résultats en rapport avec la richesse de chacune d'elles en restes organiques. Par conséquent, si la division supérieure, malgré son extrême infériorité relative dans les sens vertical et horizontal, nous fournit sur divers points du globe les vestiges de la classe des vertébrés, tandis que la division inférieure, malgré les chances plus favorables inhérentes à son extension incomparablement plus grande dans les deux sens, ne nous offre nulle part la moindre trace de cette classe, il faut bien en voir la raison dans la non-existence de celle-ci avant la faune troisième. Ainsi, la probabilité de découvrir des vertébrés dans la faune primordiale se trouve grandement amoindrie par leur absence dans la faune seconde.

Par ces considérations présentées sans préparation, nous ne nous flattons pas de faire naître dans l'esprit de notre maître très respecté, M. d'Omalius, des convictions qu'il croit devoir ajourner à deux cents ans. Cependant les faits que nous venons de rapprocher nous semblent suffire pour faire bien concevoir que la faune primordiale a tout l'air de se montrer rebelle aux formules auxquelles certains savants voudraient assujettir les faunes de toutes les périodes géologiques, en les calquant sur la composition de la faune actuelle.

M. d'Omalius d'Halloy est loin de nier l'existence de la faune primordiale; seulement cette faune, assez récemment découverte, n'était pas jusqu'ici bien établie, et la découverte que

vient de communiquer M. Barrande prouve qu'il y a encore beaucoup à apprendre sur ce sujet. M. d'Omalius croit que les quatre types du règne animal ont existé dès les premiers âges géologiques ; déjà on a trouvé des vertébrés dans la faune troisième silurienne, et des reptiles dans le terrain dévonien ; on en trouvera peut-être aussi plus bas et jusque dans la faune primordiale.

M. Barrande répond que la faune primordiale a fait des progrès en étendue géographique, mais non pas dans le sens zoologique ; on n'y a trouvé jusqu'ici que des Trilobites, un Orthis, et en Bohême seulement des ptéropodes ; il est donc peu probable qu'on y rencontre des animaux d'un ordre plus élevé.

M. d'Omalius fait observer que les vertébrés ont été longtemps inconnus dans le terrain carbonifère, et que l'étude de la faune primordiale ne remonte encore qu'à quelques années ; il ajoute que les fossiles des terrains anciens sont plus difficiles à découvrir et à déterminer, à cause du métamorphisme des roches.

M. Barrande répond que la faune primordiale a partout un caractère spécial, celui de ne présenter qu'un petit nombre d'espèces dans les genres qu'il vient de rappeler, et que les recherches sont récentes ; elles ont été faites avec beaucoup de soin par un grand nombre de géologues.

M. Ed. Hébert fait remarquer que si l'Angleterre n'était pas connue, on ne saurait pas qu'il existe des mammifères dans le terrain jurassique : pourquoi n'en serait-il pas de même de certaines classes fossiles dans la faune primordiale ?

M. Barrande réplique que ce raisonnement devrait s'appliquer également à toutes les faunes des étages intermédiaires qui couvrent d'immenses surfaces, déjà explorées par de nombreux observateurs, et où l'on n'a rien trouvé de semblable.

M. Élie de Beaumont dit qu'il est très utile à l'avancement de la géologie que des savants spéciaux s'appliquent à l'étude de ses différentes branches, telles que la paléontologie zoologique et botanique, la lithologie, etc., mais que dans l'étude des questions générales il convient de mettre à la fois à profit tous les éléments fournis par les travaux spéciaux. Il fait observer qu'il y a eu une époque où le développement de la végétation a

fixé à la surface du globe beaucoup de carbone, qui auparavant était à l'état d'acide carbonique dans l'atmosphère, et qu'aux époques antérieures les mammifères ne pouvaient vivre sur la terre; à ces époques les poissons même offraient des formes particulières adaptées à la composition différente de l'air ambiant. Le monde s'est successivement approprié à sa destination actuelle, savoir de servir d'habitation à l'homme; depuis les périodes silurienne ou même cambrienne, l'atmosphère, par la fixation de l'acide carbonique, est devenue de plus en plus respirable, d'abord par les végétaux, et ensuite par les animaux d'ordre de plus en plus élevé.

M. Barrande voit avec plaisir ses idées confirmées par celles de M. Élie de Beaumont, qui est parti d'un point de vue tout à fait différent du sien.

M. d'Omalius ne voit dans les observations présentées par M. Élie de Beaumont qu'une hypothèse, opposée à celle qu'il a adoptée lui-même d'après des considérations théoriques, auxquelles il n'attache pas d'ailleurs une extrême importance.

M. Boubée ne croit pas jusqu'à nouvelle confirmation à la découverte de véritables vertébrés dans le terrain carbonifère; il suppose une erreur, soit dans la détermination du terrain, soit dans l'observation même des fossiles.

M. Barrande et M. Deshayes rappellent à M. Boubée les observations de M. Lyell sur les reptiles trouvés avec un mollusque terrestre dans le terrain carbonifère de la côte des États-Unis.

M. Barrande fait observer à cette occasion que c'est un nouvel exemple de la plus grande ancienneté des fossiles de l'Amérique, relativement à ceux de l'ancien continent.

M. Delesse dit que la découverte des vertébrés dans le terrain carbonifère n'est pas un fait isolé; M. de Dechen a trouvé des reptiles dans les terrains houillers de Sarrebruck, et notamment dans les rognons de fer carbonaté.

M. Deshayes ajoute qu'il a vu le *Pupa* carbonifère de M. Lyell, et lui a trouvé tous les caractères de ce genre tel qu'il existe actuellement; ce fossile a été étudié au microscope, par M. Carpenter, concurremment avec les *Pupa* vivants, et la constitution de la coquille est tout à fait la même.

Séance du 16 mars 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

Don Felipe Bauza, inspecteur des mines, Calle de Lancaster, n° 3, à Barcelone (Espagne); présenté par MM. Élie de Beaumont et Mizzi.

Don Emilio Huellin, ingénieur à Vera (Espagne); présenté par MM. Élie de Beaumont et Mizzi.

Ragazzoni (Giuseppe), pharmacien et naturaliste à Brescia (royaume Lombardo-Vénitien); présenté par MM. le professeur Massalongo et V. Zienkowicz.

Perceval de Loriol, à Genève (Suisse); présenté par MM. Delesse et F.-J. Pictet.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de la justice : *Journal des savants*, février 1857.

De la part de M. l'abbé Paramelle : *L'art de découvrir les sources*, in-8°, 376 p. Paris, 1856; chez Victor Dalmont.

De la part de M. le professeur Giuseppe Ponzi : *Nota sulla eruzione solforosa avvenuta nei giorni* 28, 29, 30 *ottobre, sotto il paese di Leprignano, nella contrada denominata il Lagopuzzo*, in-4°, 7 p.....

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, nos 9 et 10.

Annales des mines, 5e série, t. X, 4e livraison de 1856.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. XIII, n° 74, février 1857.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. IV, 1856, 1re partie. — *Tableaux météorologiques*, f. 1-3.

L'Institut, 1857, nos 1209 et 1210.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, no 68, 10e année, février 1857.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, no 137.

Société d'agriculture, sciences et arts de l'arrondissement de Valenciennes. Revue agricole, industrielle et littéraire, 5e année, no 7, janvier 1857.

The Athenæum, 1857, nos 1532 et 1533.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, 8e vol., 3e cah., mai à juillet 1856.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt, 7e année, janvier à mars 1856.

Neues Jahrbuch der Mineralogie, etc., von K. C. von Leonhard und H. G. Broun, année 1856, 7e cah.; année 1857, 1er cah.

Revista minera, t. VIII, no 163.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië, t. XI, 3e série, livraisons 4 à 6.

M. le Président lit une lettre qui lui est adressée par la famille de M. Dumont pour annoncer à la Société la mort presque subite de ce savant géologue.

Cette lecture est accueillie par des marques unanimes de regrets. A la prière de M. le Président, M. d'Omalius d'Halloy se charge de rédiger une notice sur son illustre compatriote.

M. Deshayes, en offrant de la part de M. Sandberger 5 planches représentant les fossiles tertiaires du bassin de Mayence, fait observer qu'il se trouve parmi ces fossiles un nombre considérable de coquilles terrestres et d'eau douce.

Le Trésorier donne lecture du budget de la Société pour l'exercice 1857, que le Conseil a voté dans la séance de ce jour.

Projet de Budget pour 1857.

RECETTE.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	NUMÉROS DES ARTICLES	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1856.	RECETTES effectuées en 1856.	RECETTES prévues pour 1857.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions.	1	Droit d'entrée et de diplôme.	500 »	500 »	500 »
	2	Cotisations. de l'année courante.	8,400 »	7,160 »	8,400 »
	3	Cotisations. arriérées.	1,500 »	2,730 »	2,500 »
§ 2. Produits extraord. des réceptions.	4	Cotisations. anticipées.	300 »	271 50	300 »
	5	Cotisations une fois payées.	700 »	1,550 »	1,000 »
§ 3. Produits des publications.	6	Vente de. Bulletin.	700 »	1,050 »	1,000 »
	7	Vente de. Histoire des progrès de la géologie.	1,000 »	725 »	1,000 »
	8	Vente de. Mémoires.	1,400 »	616 »	700 »
	9	Vente de. Cartes coloriées.	10 »	9 »	10 »
	10	Arrérages de capitaux placés. 4 1/2.	730 »	1,461 »	1,461 »
	11	Arrérages de capitaux placés. 3 %.	409 »	409 »	409 »
	12	Arrérages de capitaux placés. Obligations.	751 »	75 »	100 »
	13	Encaissements de bons sur le Trésor.	5,000 »	7,000 »	1,000 »
	14	Arrérages des bons sur le Trésor.	250 »	325 »	50 »
§ 4. Recettes diverses.	15	Allocation du ministre de l'instruction publique.	1,000 »	1,000 »	1,000 »
	16	Remboursement des frais de mandats.	» »	» »	» »
	17	Recette extraordin. relative au Bulletin.	50 »	200 »	150 »
	18	Recettes imprévues.	20 »	30 40	20 »
	19	Recette extraordinaire pour le loyer.	800 »	800 »	800 »
		Totaux.	23,510 »	25,868 90	20,400 »
§ 5. Solde du compte de 1856.	20	Reliquat en caisse au 31 décembre 1856.			2,878 35
		Total de la recette prévue pour 1857.			23,278 35

Projet de Budget pour 1857.

DÉPENSE.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	NUMEROS DES ARTICLES.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1856.	DÉPENSES effectuées en 1856.	DÉPENSES prévues pour 1857.
§ 1. Personnel.	1	Agent — son traitement	1,800 »	1,800 »	1,800 »
	2	Agent — travaux extraordinaires	300 »	300 »	300 »
	3	Agent — gratification	200 »	200 »	200 »
	4	Agent — indemnité de logement	200 »	200 »	200 »
	5	Garçon de bureau — ses gages	800 »	800 »	800 »
	6	Garçon de bureau — gratification	100 »	100 »	100 »
§ 2. Frais de logement.	7	Loyer, contributions, assurances	1,550 »	1,585 95	1,550 »
	8	Chauffage et éclairage	550 »	656 75	650 »
	9	Dépenses diverses	600 »	394 85	500 »
§ 3. Frais de bureau.	10	Ports de lettres	150 »	152 50	150 »
	11	Impressions d'avis et circulaires	250 »	270 35	250 »
	12	Change et retour de mandats	100 »	8 40	50 »
§ 4. Magasin.	13	Mobilier	200 »	28 05	100 »
	14	Bibliothèque	800 »	504 65	750 »
	15	Collections	50 »	38 15	50 »
§ 5. Publications.	16	Bulletin — impression et papier	9,200 »	6,189 85	7,500 »
	17	Bulletin — port	1,500 »	712 75	1,000 »
	18	Histoire des progrès de la géologie	4,000 »	4,167 30	3,200 »
	19	Mémoires — achat d'exemplaires	2,000 »	1,500 »	2,000 »
	20	Mémoires — dépenses supplémentaires	100	238 »	100 »
	21	Mémoires — menus frais	50 »	1 40	» »
§ 6. Emploi de capitaux.	22	Placement de capitaux (obligations)	700 »	2,053 »	600 »
	23	Avances remboursables	50 »	120 »	50 »
	24	Placements momentanés sur le Trésor	» »	3,000 »	1,000 »
			25,200 »	25,022 60	22,900 »

BALANCE.

La recette étant évaluée à . . . . . 23,278 fr. 35 c.
La dépense à . . . . . 22,900 »

Il y aura excédant de recette de . . . . . 378 fr. 35 c.

Ce Budget est mis aux voix et adopté à l'unanimité.

M. le vicomte d'Archiac met sous les yeux de la Société une *Carte géologique des parties adjacentes des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales*, dressée à l'échelle de Cassini, et il en donne l'explication suivante :

Études géologiques sur les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales, par M. d'Archiac. (Résumé.)

INTRODUCTION.

La surface d'environ 300 lieues carrées que comprend notre Carte est limitée à l'est par la côte de la Méditerranée, depuis l'embouchure de l'Agly jusqu'à celle de l'Aude; au nord et à l'ouest par la vallée de cette dernière rivière jusqu'à Axat, et au sud par la chaîne de montagnes qui, près de Peyrestortes, commençant à s'élever de dessous la plaine quaternaire de Rivesaltes, se dirige à l'ouest en passant par Estagel, puis au sud de Saint-Paul, de Caudiès et d'Axat, pour se prolonger vers Bellesta et au delà dans le département de l'Ariége.

Cette surface est essentiellement montagneuse, et sa portion centrale est souvent désignée sous le nom de *montagnes des Corbières*. On distingue quelquefois aussi par l'expression de *Basses-Corbières* les collines qui environnent la petite ville de la Grasse, le Mont-Alaric, etc., et sous celle de *Hautes-Corbières* le massif de Monthoumet, celui des environs de Tuchan, la chaîne dont le pic de Bugarach fait partie, etc.; mais ces dénominations vagues et arbitraires ne répondant point aux exigences d'une description géologique, nous avons dû commencer par déterminer les caractères orographiques et les limites de chaque chaîne en particulier ou de chaque groupe montagneux. Un Résumé de cette partie de notre travail, accompagné de la classification des principales divisions de terrains, ayant été déjà publié (1), nous n'y reviendrons pas en ce moment, malgré quelques modifications et les additions assez importantes que nous y avons faites, telles, entre autres, que les altitudes relevées sur la minute des feuilles de la nouvelle carte de France, dressée par MM. les officiers du corps d'État-major. Ces documents, que nous devons à l'obligeance extrême de M. le directeur général du Dépôt de la Guerre, donnent à notre carte et aux coupes qui l'accompagnent un degré d'exactitude que nous n'eussions pu obtenir avec des mesures prises par nous-même.

Parmi les travaux qui ont contribué à faire connaître la géologie de ce pays, nous signalerons surtout ceux de MM. Dufrénoy, Tournal, Vène, A. Paillette, Leymerie et Tallavignes. D'autres observateurs ont aussi apporté le tribut de leurs recherches, depuis de Charpentier jusqu'à MM. Reboul, Boué, Marcel de Serres, Rozet,

(1) L'*Institut*, 29 août, 5 et 12 sept. 1855.

Bouis, Farines, Fauvelle, Companyo, Durocher, Rolland du Roquan, Ranlin, E. Dumortier et Noguès. Celles que ce dernier a faites à notre prière, pendant l'automne de 1856, sur divers points de la chaîne de Fontfroide, à la montagne de Saint-Victor et aux environs de Tuchan, ont comblé plusieurs lacunes de notre travail. En outre, les ossiles des terrains de sédiment ont été étudiés par Picot-Lapeyrouse, et par MM. Ad. Brongniart, Marcel de Serres, Leymerie, de Boissy, Rolland du Roquan, Michelin, Noulet, Alcide d'Orbigny, Cotteau et par nous-même. Nous renvoyons à notre publication définitive l'examen et la discussion de tous ces documents (1), et, pour abréger, nous supprimons ici, après la citation des espèces fossiles, l'indication des noms d'auteurs qui seront plus tard mentionnés avec tous les détails propres à guider le lecteur.

La légende de notre carte présente les divisions suivantes indiquées par 18 teintes :

TERRAINS.	FORMATIONS.	GROUPES.	ÉTAGES.
Moderne.			
Quaternaire.			
Tertiaire. . . .	Supérieure.	Marnes bleues marines et Calcaire lacustre ?	
	Moyenne.	Mollasse marine.	
	Inférieure.	Lacustre.	Poudingues des plateaux. Grès de Carcassonne. Calcaires et marnes lacustres du bassin de Narbonne et de Sigean (gypses normaux).
		Nummulitique.	Supérieur. Moyen (marnes à Turritelles). Inférieur (calcaires à Milliolites).
		D'Alet.	
Secondaire. . .	Crétacée. Supérieure.	1 et 2	Marnes bleues. 1er niveau de rudistes. Couches à échinides. 2e niveau de rudistes. Calcaires à *Exogyra columba*, *Orbitolites concava* et grès.
	Crétacée. Inférieure.	. . . . .	Calcaires à Caprotines. Marnes et calcaires néocomiens.
	Jurassique.	Lias (gypses anormaux, dolomies, rauchwackes).	
De transition .	Houillère. Dévonienne.		
Cristallin. . .	Granites. Roches ignées (ophites, eurite granitoïde, porphyres, diorites, amygdaloïdes).		

(1) Ce travail accompagné de la carte, de coupes, de vues et de planches de fossiles, paraîtra dans la seconde partie du t. VI des *Mém. de la Soc. géologique*.

A l'exception des dépôts modernes et quaternaires, tous les autres ont été plus ou moins disloqués. Dans les terrains tertiaire et secondaire, les brisures n'ont, à peu d'exceptions près, donné lieu qu'à des vallées et à des montagnes monoclinales. On n'y trouve que deux ou trois exemples de montagnes ayant un axe anticlinal, et il n'y a point de vallées synclinales proprement dites. Dans quelques cas, les couches affectent une disposition en entonnoir ou s'abaissent vers un centre commun; plus rarement elles constituent un cirque de soulèvement, sur le pourtour duquel les strates inclinent en dehors. Les chaînes les plus étendues, dont le relief est si prononcé dans la partie sud de la Carte, ne sont encore que le résultat de dislocations simples; elles sont toujours monoclinales, quoique leurs couches atteignent quelquefois la verticale.

La surface du pays peut être ainsi comparée à un parquet dont chaque feuillet aurait été dérangé de sa position première en tournant sur un de ses côtés comme charnière, sans jamais dépasser un angle droit, de manière qu'il put en résulter un renversement complet. Il n'y a par conséquent nulle part intervertissement dans les rapports stratigraphiques, et les dépôts occupent encore tous la position géographique relative qu'ils avaient lors de leur formation; seulement, pendant l'époque quaternaire, la dénudation des couches tertiaires, favorisée par les dislocations antérieures, a fait qu'aujourd'hui ces couches ne s'observent que par lambeaux discontinus, découpés sur leur pourtour, et ne nous représentent qu'imparfaitement leur extension première.

La position géographique relative, irrégulière et capricieuse des dépôts tertiaires et secondaires, est un des caractères les plus frappants de la géologie de cette région. Ainsi on n'y observe point d'axe montagneux, de part et d'autre duquel les couches soient disposées suivant leur ancienneté relative, ni de centre autour duquel cet arrangement systématique se soit produit, et encore moins de bassin sur les parois duquel les sédiments offrent des zones concentriques placées en rapport avec leur ancienneté. Sur le pourtour du massif de transition allongé de l'E. à l'O., qui occupe à peu près le milieu de la Carte, on voit reposer successivement au nord les poudingues tertiaires des plateaux, au nord-ouest le groupe nummulitique, à l'ouest celui d'Alet, au sud la formation crétacée supérieure, puis l'inférieure, à l'est le lias et les dépôts houillers.

Cette distribution particulière des roches de divers âges ne pouvait devenir sensible que sur une carte géologique où les divisions fussent assez nombreuses. C'est pourquoi sur la carte de la France, où trois teintes représentent toutes les roches crétacées et tertiaires,

comme sur celle de M. Leymerie, qui d'ailleurs apporta une amélioration très notable dans la classification et la répartition des terrains, ce caractère essentiel de la géologie géographique des Corbières devait rester inaperçu.

Nous allons esquisser les principaux traits des subdivisions que nous avons reconnues dans ce pays, et en suivant l'ordre du Tableau précédent. Les terrains moderne et quaternaire n'offrant rien de bien particulier dans leur puissance ni dans leur composition, et leur distribution n'influant pas sensiblement sur le relief du sol dont ils occupent en général les parties les plus basses, nous en traiterons ailleurs et nous passerons de suite à l'examen du terrain tertiaire.

FORMATION TERTIAIRE SUPÉRIEURE.

Nous rapportons à la période des marnes sub-apennines les marnes bleues, coquillières, signalées par M. Marcel de Serres (1) sur la rive gauche de l'Agly, en face du village d'Espira, et qui se trouvent à environ 30 mètres au-dessus du niveau de la mer. Nous regardons comme en étant le prolongement, les couches argileuses et sableuses traversées, au-dessous des dépôts quaternaires de la plaine, dans les sondages artésiens de Rivesaltes, de Perpignan, de Bages, etc. Dans ceux qui ont été poussés le plus avant, jusqu'à 125 et 180 mètres, la limite inférieure de ce système de couches n'a pas été atteinte (2). Sur 87 forages qui ont été exécutés jusqu'en 1854, 58 ont réussi, donnant ensemble 35 millions de litres d'eau par jour, et 29 sont restés sans résultat. Ces chiffres sont ceux donnés par MM. Companyo et Falip, mais suivant une note manuscrite, fort bien faite, que nous devons à M. Fauvelle, de Perpignan (3), le nombre des puits qui ont donné des résultats avantageux serait aujourd'hui de 71. Ils se trouvent répartis dans les communes de Perpignan, Bompas, Saint-Estève, Rivesaltes, Saint-Laurent, Pia, Théza, Villeneuve-de-la-Raho, Bages, Terrate, Toulouges et Canohès. Leur réunion forme une zone de 3 à 4 lieues de long sur 1 à 2 de large,

---

(1) *Géognosie des terrains tertiaires*, p. 86. in-8, 1829.

(2) Farines, l'*Institut*, 25 oct. 1834, p. 350.

(3) 10 juin 1857. — La quantité d'eau fournie par un puits peut varier de 25 à 1200 litres par minute ; la moyenne est d'environ 120 litres, ce qui donne pour les 71 puits 8500 litres par minute. Nous devons la connaissance de ces documents récents à l'obligeant intermédiaire de M. Parès, qui avait bien voulu se charger de les demander à l'auteur.

dirigée N., S., et placée à égale distance des montagnes et de la côte.

Toutes les tentatives faites en dehors de cette zone ont été jusqu'à présent sans succès. La zone se divise elle-même en trois petits bassins, celui de Bages, celui de Perpignan et celui de Rivesaltes. Les eaux du premier se distinguent de celles des autres par la présence du carbonate de soude. Les couches traversées sont partout sensiblement les mêmes; ce sont des marnes argileuses avec des lits de sable, de gravier, de calcaire quelquefois siliceux, subordonnés, et des coquilles marines disséminées çà et là. L'inclinaison générale est de l'O. à l'E., et la nappe aquifère est ordinairement dans un sable assez pur recouvert d'un lit d'argile verte.

Nous n'avons pu représenter sur la Carte que les dépôts lacustres mentionnés par M. Tournal (1), comme recouvrant la mollasse marine de l'île de Sainte-Lucie, et le poudingue à gros éléments qui semble occuper la même position au-dessus du banc d'Huîtres de la colline de Gruissan, les uns à 18 et l'autre à 23 mètres au-dessus du niveau de la mer. On peut supposer avec quelque probabilité le synchronisme de ces dépôts d'eau douce avec les sédiments marins des bassins de l'Agly, de la Têt et du Tech.

FORMATION TERTIAIRE MOYENNE.

La mollasse marine appartenant à cette formation est peu développée sur la rive droite de l'Aude, dans la dernière partie de son cours, et elle n'existe que sur des points isolés, souvent fort éloignés les uns des autres. Réunie aux dépôts lacustres sous-jacents sur la carte géologique de la France et dans notre premier travail, nous avons dû l'en séparer, et placer ceux-ci dans la formation inférieure, d'accord en cela avec l'opinion de MM. Raulin, de Reuville, Delbos et Noulet.

Le point le plus occidental où l'on ait signalé des couches marines de la formation tertiaire moyenne se trouve près du Luc, dans la vallée de l'Orbieu (2). Au nord, sur les bords de l'Aude, elles se montrent vis-à-vis de Saint-Marcel (3). Nous les avons étudiées particulièrement dans la colline de l'Estagnol, située au nord-nord-est de Montredon, et s'élevant au-dessus du calcaire lacustre qui affleure près du cimetière de ce village. Cette colline est composée, sur une hauteur d'environ 60 mètres, de calcaires blanchâtres, poreux, à

(1) *Journ. de géol.*, vol. I, 1830.
(2) Noguès, *Notice géol. sur le département de l'Aude*, in-12, 1855.
(3) Tournal, *loc. cit.*

ciment spathique ou cristallin, de calcaires blancs friables et de marnes blanches, quelquefois argileuses et sableuses. On y trouve les *Ostrea crassissima* et *palliata*, avec de nombreux moules de Tellines, de *Mytilus*, de *Venus*, etc.

La forme tabulaire, la teinte gris verdâtre et les pentes régulières des collines situées au nord de ce point, entre Mousson et l'Écluse de Deffense, comme de celles comprises entre Fresquet et le Bretes, dénotent la même origine. Cette dernière colline, qui atteint 122 mètres d'altitude, repose également sur les couches lacustres et gypseuses de Malvezy.

Un affleurement du même âge, entouré par les dépôts modernes et quaternaires de la plaine de Narbonne, s'observe à une demi-lieue à l'est de cette ville, à la métairie de Creissel. Dans le vallon des Bugadelles, sur le chemin de Marmoulieres à Saint-Pierre de-Mer, un dépôt semblable est indiqué, et nous en avons observé également sur le côté méridional de la colline à laquelle Gruissan est adossé, ainsi que le long de la côte occidentale de l'île de Saint-Martin, au sud de la métairie des Pujols, recouvrant transgressivement les couches crétacées. L'île de Sainte-Lucie en serait presque entièrement formée, de même que la petite élévation sur laquelle se trouve la maison de campagne de Montfort, au nord de l'étang de Bages. Suivant M. Tournal, les couches à *Ostrea crassissima* formeraient le *substratum* de la ville même de Narbonne.

Il est probable que la plupart des assises de marnes bleues avec des Huîtres et d'autres coquilles marines qu'a traversées le forage exécuté dans cette ville, et poussé jusqu'à 123^{m},43 sans obtenir d'eau jaillissante, appartiennent à la formation qui nous occupe. On peut remarquer cependant que la base des affleurements, connus à la surface du sol dans les localités précédentes, atteint souvent de 45 à 50 mètres d'altitude, et qu'elle descendrait ici au moins à 113 mètres au-dessous du niveau de la mer, ce qui donnerait une différence de niveau de 160 mètres pour la même couche prise à d'assez faibles distances. Il serait donc possible que cette série appartînt aux marnes bleues supérieures, et qu'elle ait été déposée après le relèvement de la mollasse marine dont nous parlons ; ce seraient alors des sédiments contemporains de ceux des bassins de l'Agly, etc. Mais d'un autre côté la présence de bancs d'Huîtres militerait en faveur de la première hypothèse.

Quoi qu'il en soit, les lambeaux de la formation moyenne, isolés au jourd'hui, et qui ont dû faire partie d'un dépôt plus ou moins continu de sédiments marins, ne se trouvent que dans la région inférieure du bassin de l'Aude, reposant, vers le milieu de la vallée, d'une

manière concordante sur les sédiments lacustres tertiaires, et le long de ses bords d'une manière discordante sur les roches secondaires. Dans le premier cas, nous les voyons atteindre jusqu'à 122 mètres d'altitude; dans le second, ils s'élèvent à peine à 10 ou 12 mètres au-dessus du niveau de la mer. Leur plus grande épaisseur serait de 70 à 75 mètres.

FORMATION TERTIAIRE INFÉRIEURE.

Groupe lacustre.

Les dépôts que nous réunissons sous ce titre, et que nous rattachons à la formation tertiaire inférieure par des considérations à la fois stratigraphiques et paléontologiques, sont très développés dans le bassin moyen et inférieur de l'Aude, à partir des environs de Limoux. Ils bordent la vallée depuis Carcassonne jusqu'à Narbonne, pour redescendre au sud jusqu'au delà de Sigean, et pénétrer en plusieurs points au milieu des massifs montagneux. Ils s'étendent ensuite vers le nord, bien au delà des limites de notre Carte, dans le département de l'Hérault, et à l'ouest vers Castelnaudary, longeant le pied de la Montagne-Noire, comme ils dessinent au sud les contours découpés des Corbières. Sur la carte géologique de la France, de même que sur celle de M. Leymerie, ils ont été réunis à la mollasse marine précédente et coloriés comme représentant la formation tertiaire moyenne.

Trois roches principales composent ce premier groupe : des *poudingues*, des *grès calcarifères et sableux* ou *mollasse d'eau douce* (grès de Carcassonne), des *calcaires marneux blanchâtres ou jaunâtres* avec des gypses normaux subordonnés. Les deux premières roches passent fréquemment l'une à l'autre par la prédominance d'un de leurs éléments, mais en général les poudingues semblent occuper la partie supérieure. Quant aux marnes et aux calcaires marneux blanc-jaunâtre, on les voit particulièrement et presque exclusivement, depuis les environs de Narbonne jusqu'à Sigean, sur les flancs des roches secondaires de la Clape et de la chaîne de Fontfroide. Dans plusieurs parties de l'intérieur des montagnes, les poudingues existent seuls, de sorte qu'il y a une certaine indépendance géographique dans la distribution de ces diverses roches.

L'origine d'eau douce des marnes et des calcaires est mise hors de doute par la présence exclusive des coquilles fluviatiles et terrestres, répandues à profusion sur certains points, comme par celle des plantes, des insectes et des poissons. L'origine des poudingues et des mollasses ou grès de Carcassonne serait plus douteuse, si dans

leur prolongement au nord et à l'ouest, au delà du cadre de notre Carte, la découverte de mammifères fossiles, toujours à l'exclusion des débris marins, ne justifiait l'opinion déjà exprimée par MM. Delbos, de Rouville, Raulin, ainsi que par plusieurs paléontologistes, et à laquelle nous nous rattachons aujourd'hui.

Poudingues des plateaux et de l'intérieur des montagnes. — En suivant la limite nord du massif paléozoïque de Monthoumet, depuis les environs d'Albas jusqu'à ceux de Lairière, on voit un vaste dépôt de poudingues s'abaisser au N., et passer au delà de Saint-Martin, de Saint-Pierre et de Talairan. Il s'appuie au S. contre les schistes de transition, et, sur le reste de son pourtour, l'étage nummulitique supérieur vient affleurer dessous. Son inclinaison générale est au N., mais le long de l'Orbieu elle est de 15 à 20 degrés vers l'O. Il atteint sa plus grande altitude à la Playroles, au sud-ouest de Blanes où elle est de 537 mètres. A Durfort et à Saint-Martin, le long de la rivière, elle est de 224 et de 200 mètres seulement. La puissance de ces poudingues s'accroît en sens inverse de leur inclinaison, et elle n'atteint pas moins de 300 mètres à la montagne de la Playroles.

Cet ensemble de roches clastiques, qui commence sur les pentes de la petite vallée de Saint-Pierre, se développant de plus en plus à mesure qu'on s'avance vers le S., offre, à toutes les hauteurs, d'énormes assises qui affleurent sur les flancs des collines. Les bancs de poudingues sont quelquefois séparés par des bancs de grès ou de marne sableuse, jaune, plus ou moins endurcie. Des couches rouge lie de vin, panachées de gris et de jaune, y sont aussi subordonnées. A la partie inférieure, le poudingue est à très gros nodules de quartz, de calcaires noirs, de schistes gris et noirs, etc., reliés par un ciment de grès à gros grains. D'autres couches très solides, tenaces, très dures, sont à nodules avellanaires, de calcaire compacte, gris ou noirs, reliés par un ciment abondant de calcaire rosâtre, subcristallin. Entre Talairan, Jonquières et Albas, des couches marneuses avec coquilles d'eau douce appartiennent encore à cet étage, dont elles occuperaient ainsi la limite orientale.

Les contours supérieurs et sinueux du plateau élevé de la Camp, au sud de Mayronnes, montrent partout, comme l'a dit Tallavignes (1), le dépôt de poudingues qui le couronne, s'élevant à 693 et 734 mètres le long de son bord méridional. Il suit au nord le sommet des montagnes qui entourent le Villar à l'ouest, et atteint

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. IV, p. 1132, 1847.

510 mètres à la partie la plus orientale de la crête de la Malpère, au-dessus de Domnove où M. Raulin l'a signalé (1).

A partir de cette crête flexueuse, il s'abaisse généralement à l'O. vers Clermont, Greiffeil (Agreiffeil de Cassini) et Molières, où son importance diminue.

Outre ces roches clastiques qui bordent au sud le terrain de transition, recouvrant le groupe nummulitique au nord, et se rattachant directement vers l'ouest à la mollasse d'eau douce de Limoux, il y a encore au milieu des Corbières, mais au delà du même massif de transition, un petit bassin entouré de montagnes, dans lequel on ne pénètre que par des gorges étroites, et dont le fond, ainsi que les premières pentes, est occupé par un dépôt puissant que nous regardons comme synchronique du précédent : c'est le bassin de Tuchan. Les poudingues et les grès ferrugineux qu'on y observe, et qui, vers le confluent du Verdouble et du Mas-de-Ségure, ne sont qu'à 183 mètres d'altitude, se relèvent très sensiblement à l'est sur les pentes des montagnes crétacées. Le long de la route de Vingrau, ils atteignent plus de 200 mètres au-dessus du fond de la vallée, et ils constituent toute la colline de Paziols, au pied de laquelle M. Farines a signalé un gisement de lignite (2). Ces assises puissantes de débris accumulés se sont formées aux dépens des roches qui constituent les parois du bassin ; disloquées et partiellement dénudées ensuite, elles ont été redressées sur leur bord comme les roches secondaires. Elles ne peuvent donc être placées ni dans la période quaternaire ni avec les marnes bleues coquillières horizontales du bassin de l'Agly.

Mollasse lacustre ou *grès de Carcassonne.* — Cette roche, généralement à grain fin, grise, jaunâtre, blanchâtre ou verdâtre, composée de sable siliceux et de marne en proportions variables, est généralement peu dure, friable, d'un aspect uniforme et à cassure terreuse. Des lits irréguliers ou de petits amas de cailloux et de galets très arrondis y sont subordonnés çà et là.

La mollasse constitue toutes les collines des environs de Limoux où elle plonge généralement de 15 à 18 degrés au N. Elle atteint 344 mètres d'altitude sur la crête qui sépare le ruisseau de Lagagnoux de celui de Corneilla, et se trouve à 162 mètres seulement

---

(1) *Sur l'âge des formations d'eau douce*, etc. (*Actes de l'Acad. impér. de Bordeaux*, p. 336, 1855?).

(2) L'*Institut*, 19 avril 1834. — D'Archiac, *Hist. des progrès de la géologie*, vol. II, p. 716, 1849.

sur la rive droite de l'Aude, au Moulin, en amont de Limoux. Au sud de la chapelle de Brasse, on la voit recouvrir, avec une concordance parfaite, des grès à gros grains, puis à grains fins, qui se lient à des calcaires marneux, gris et jaunâtres, remplis de Nummulites, et dont l'inclinaison est constamment la même. Cette concordance de la mollasse avec toute la série nummulitique qui lui succède, et que nous retrouverons partout où les circonstances l'ont permise, était déjà un motif puissant pour rapporter au terrain tertiaire inférieur les dépôts qui nous occupent.

De Limoux à Carcassonne, la mollasse règne constamment, mélangée çà et là de lits de cailloux comme aux environs de Rouffiac, où l'on peut observer la superposition des lits de cailloux roulés, quaternaires, sur ceux qui dépendent du terrain tertiaire.

Les travaux exécutés en 1856 pour l'établissement du chemin de fer le long du canal, à l'entrée même de Carcassonne, ont coupé les bancs les plus solides de la mollasse. Celle-ci forme entièrement aussi la colline de la vieille Cité, dont le pied est baigné par l'Aude, et que couronne sa double enceinte de tours et de murailles crénelées. La roche qui la constitue est un grès grisâtre, plus ou moins sableux, à grains plus ou moins gros, dont la stratification n'est pas toujours bien distincte vers le bas où la structure massive tend à prédominer, tandis que vers le haut les bancs sont moins épais. La roche tendre que l'on a exploitée à la scie est composée de petits grains de quartz reliés par un ciment marneux ou argileux gris. Un mélange de petits cailloux de quartz ou d'autres roches fait passer la pierre à une sorte de macigno à petits éléments. Le sommet de cette colline n'est qu'à 144 mètres d'altitude et à 50 mètres au-dessus du niveau de la rivière.

A Conques, au nord-nord-est de Carcassonne, la mollasse d'eau douce repose sur le groupe nummulitique, et un Lophiodon (*L. occitanicum*) y a été découvert. A l'est, sur la route de Trèbes et au delà, la roche passe à des marnes argileuses, à des grès rougeâtres et à des poudingues toujours plus ou moins dérangés. Elle suit et borde le groupe nummulitique du versant nord du Mont-Alaric, par Barbaira et Capendu, participant aux accidents du premier étage avec lequel elle se lie intimement, comme Tallavignes l'avait déjà observé. Elle forme ensuite deux bandes de collines basses : l'une se dirigeant de Douzens au N.-E., vers Roquecourbe, Castelnau et Tourouzelle ; l'autre de Mous vers Montbrun et Montrabech, séparée de la précédente par des dépressions qu'occupent les marnes nummulitiques. A l'ouest de Lézignan, ces collines ont 174 et 194 mètres d'altitude. Le fond de la plaine à l'est de ce bourg est une marne

blanche d'apparence lacustre. La mollasse s'observe encore autour d'Ornaisson et jusque près de Gasparet, représentée par un poudingue assez épais. Lorsqu'on remonte la vallée de l'Ausson vers Thézan, à partir de l'auberge du Pont, le long de la route de la Grasse, elle constitue une marne jaune, panachée de blanc, accompagnée de poudingue que recouvrent les dépôts quaternaires. Tout ce système, en passant au nord ou sur la rive gauche de l'Aude, continue à se montrer très développé; mais à l'est de la jonction de l'Orbieu, il cesse sur la rive droite, et les calcaires marneux lacustres avec les marnes le remplacent.

Calcaires marneux, blanchâtres et jaunâtres du bassin de Narbonne et de Sigean.—Les calcaires lacustres, inférieurs à la mollasse marine que nous avons décrite, commencent à se montrer, d'après M. Tournal, sur le chemin de Marcougnan, avant la maison de campagne de Brètes. Nous les avons observés le long du cimetière de Montredon, et ils sont très développés dans les buttes des fours à chaux au sud-ouest de Narbonne. Ainsi commence une nouvelle série de dépôts qui fait présumer que tout le pays compris entre la chaîne secondaire de Fontfroide à l'ouest, celle de la Clape à l'est et les plateaux à une lieue au sud de Sigean, se trouvait, pendant le même temps, dans des conditions tout à fait différentes de celles de la partie moyenne du bassin de l'Aude que nous venons de parcourir. L'espace que nous désignons par l'expression de bassin de Narbonne et de Sigean devait être sous des eaux douces et dans un état de tranquillité relative, comme le prouve la nature des sédiments qui le remplissent. L'absence, si ce n'est à la base, de toute roche clastique, et la présence au contraire de marnes et de calcaires marneux, tendres ou friables, avec des débris organiques, végétaux et animaux, lacustres et terrestres, la plupart bien conservés, y dénote une période de calme.

Le tiers nord-ouest à peu près du massif triangulaire de la Clape est formé par des couches de ce groupe, dont la plus grande altitude ne dépasse pas 137 mètres à l'ouest d'Armissan. Autour de ce village, au sud, dans le ravin de la Ricardelle et sur d'autres points, on peut constater la position régulière des couches lacustres sur les calcaires crétacés. Dans la seconde de ces localités, le poudingue, qui forme la première assise tertiaire, recouvre les couches à Orbitolites, et le tout plonge de 40 degrés au N.-O.; de sorte qu'on a ici la preuve d'un soulèvement très prononcé des roches secondaires, postérieur au dépôt tertiaire, et il en est de même dans le voisinage immédiat d'Armissan. Des empreintes de poissons, de végétaux et d'insectes ont été depuis longtemps signalées dans les calcaires mar-

neux, grisâtres, en dalles, exploités sur ce dernier point, ainsi que des couches de lignite à la partie inférieure du dépôt.

L'examen de ces mêmes couches au nord-ouest de Narbonne y fait reconnaître des marnes gypseuses et des bancs de gypse cristallin subordonnés dans l'exploitation de Malvezy. Les calcaires à *Helix* et à Paludines des fours à chaux du Rech-de-los-Tinos, inclinés au N. O. comme les calcaires noirs sous jacents, offrent la contre-partie de la disposition observée sur les pentes de la Clape. La composition et la stratification des deux buttes qui portent les fours à chaux sont identiques, ainsi que leur relation avec les calcaires secondaires dont elles ont partagé le dernier mouvement d'élévation.

Si de ce point on suit la route de Sigean, on marche constamment sur des couches du même système, formant de chaque côté des collines déprimées, blanc jaunâtre, et ne dépassant pas 130 mètres au-dessus des étangs qui baignent leur pied à l'est. Ces collines se relèvent d'une part vers le littoral, et de l'autre vers la chaîne secondaire de Fontfroide, du côté de laquelle les couches inclinent assez généralement de 10 degrés. Ce sont des calcaires jaunâtres, marneux, noduleux, tendres et terreux, ou bien des calcaires marneux, gris, à grain fin, bien stratifiés, se délitant parfois en dalles ou en plaquettes. Ces couches constituent aussi les petites îles de l'étang de Bages.

Les gisements de gypse de Portel et du Lac ont été décrits depuis longtemps par MM. Tournal et Marcel de Serres. La masse gypseuse, plus ou moins marneuse, grise, de 12 à 15 mètres d'épaisseur, est parfaitement régulière, et subordonnée à des calcaires lacustres remplis de petites Paludines et d'une Potamide identique avec celle qui caractérise les marnes supérieures au gypse d'Aix. Dans les exploitations du Lac, un lit de dusodyle a été signalé, ainsi que de nombreuses empreintes de petits poissons (*Lebias* ou *Cyprinus Cuvieri*) qui rappellent aussi ceux des plâtrières d'Aix ; enfin des plantes semblables à celles d'Armissan y ont été reconnues.

La petite ville de Sigean est bâtie sur un plateau incliné au N., et composé de calcaires marneux et de marnes blanches, jaunâtres ou grisâtres, régulièrement stratifiés, et coupés à pic au sud et à l'ouest. Ces couches, qui se prolongent au sud jusqu'au col des Mazels où elles recouvrent les marnes et les schistes noirs néocomiens, inclinent au N., et présentent dans leur ensemble la plus parfaite analogie avec les marnes supérieures du calcaire grossier du bassin de la Seine. M. Noguès y a trouvé des Hélices voisines des *H. Coquandiana* et *Micheliana*, le *Planorbis rotundatus* et des Lymnées, mais toujours plus ou moins déformées et peu déterminables.

Enfin le noyau secondaire qui forme la base de la presqu'île de Leucate supporte un massif tertiaire dont les couches horizontales occupent la presque totalité de sa surface quadrangulaire ; ce sont, de bas en haut, des marnes sableuses jaunes, des lits de cailloux et de poudingues, de nouvelles marnes sableuses, roses ou blanchâtres, et des calcaires marneux blancs, des calcaires en plaquettes, enfin un calcaire très celluleux, grisâtre, compacte, rempli de petites Paludines, de Planorbes, etc., qui forme le plateau supérieur dont l'altitude est de 53 mètres.

Nous terminerons l'exposé des caractères et de la distribution de ce groupe lacustre, en rappelant : 1° que dans le prolongement occidental de la mollasse de Limoux et de Carcassonne, autour de Castelnaudary, à Issel, Villeneuve-le-Comptal, Mas-Saintes-Puelles, etc., plusieurs espèces de *Lophiodon*, de *Palæotherium*, de *Paloplotherium*, etc., ont été signalées ; 2° que dans la partie que nous avons observée, les relations stratigraphiques avec le groupe nummulitique sont des plus intimes ; 3° enfin que les couches lacustres du bassin de Narbonne et de Sigean, redressées comme les roches secondaires sur lesquelles elles reposent directement, nous ont offert des caractères pétrographiques, des gypses et certains fossiles semblables à ceux que l'on observe dans le bassin d'Aix et dans celui de la Seine ; aussi sommes-nous porté à placer le tout sur le même horizon et à le réunir à la formation tertiaire inférieure dont il représente ainsi les derniers sédiments et la dernière faune.

Groupe nummulitique.

Nous avons déjà traité assez longuement de l'historique du groupe nummulitique dans le bassin de l'Aude (1). Nous avons pu ensuite conclure, de la seule répartition stratigraphique et géographique des Nummulites, que « si, comme il était permis de le supposer, la pré-
» sence de la *N. planulata*, qui est d'accord avec d'autres données
» paléontologiques, marquait un niveau bien déterminé, il s'en sui-
» vrait que tous les dépôts nummulitiques des Corbières et des
» Pyrénées seraient postérieurs aux lignites du nord de la France, et
» à plus forte raison à la faune marine des sables du Beauvoisis (2). »
Depuis lors, nous avons exposé notre classification définitive du

---

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, vol. III, p. 33, 1850.
(2) *Descript. des animaux fossiles du groupe numm. de l'Inde, Monographie des Nummulites*, p. 80, in-4, 1853.

groupe dans ce même pays (1), et nous la reproduirons ici avec quelques développements pour qu'on puisse bien juger de l'ensemble des terrains représentés sur la Carte.

Le groupe nummulitique est restreint, dans l'espace que celle-ci comprend, au bassin hydrographique de l'Aude proprement dit, puisque nous n'en connaissons encore aucune trace à l'est de la chaîne de Fontfroide, dans le bassin de Narbonne et de Sigean, non plus qu'au sud dans celui de l'Agly. Les massifs crétacés et de transition, sur ces deux côtés de notre quadrilatère, ont donc opposé une barrière aux dépôts de cette période, et prouvent que ces rides montagneuses avaient été déjà relevées suivant des directions que les mouvements ultérieurs ont également suivies.

Par suite des dislocations nombreuses et des dénudations qu'ont éprouvées les dépôts nummulitiques, leur distribution générale actuelle, ou mieux celle de leurs affleurements, est fort irrégulière, et il en est de même de celle de chaque étage en particulier. Ainsi, dans le bassin supérieur de l'Aude, le groupe est parfaitement développé autour de Couiza; mais dès qu'on s'avance un peu vers le nord, le relèvement du groupe d'Alet sous-jacent le fait disparaître des pentes de la vallée, et son étage inférieur contourne, par des plateaux élevés de 655 mètres, le massif de transition. Tout le groupe se dirige ensuite à l'est par Vendemies, Arse et la Caunette, en formant une bande étroite, limitée au nord par la mollasse de Limoux, et s'appliquant sans intermédiaire au sud contre les schistes anciens.

Il constitue les pentes moyennes et inférieures de la montagne de la Camp, et disparaît sous le grand dépôt de poudingues du groupe précédent avant d'atteindre la vallée de l'Orbieu. Il affleure sur le pourtour de cette vaste nappe de roches clastiques, occupe toutes les pentes de la vallée du Rabe, les plateaux de Tournissan et de Saint-Laurent, se prolongeant au nord par les gorges de la Neille et Montmigea, dans la plaine de Fabrezan, et jusqu'au pied de la grande brisure qui a fait affleurer les couches de transition et le groupe d'Alet à l'extrémité orientale du Mont-Alaric.

Des pentes de la montagne de la Camp dont nous venons de parler, les roches nummulitiques se suivent au nord, en formant de même les talus qui circonscrivent le bassin supérieur de l'Alsou, ceux de la crête de la Malpère vers Arquettes à l'est, comme vers Monze au nord. Elles constituent aussi tout le revêtement extérieur du Mont-Alaric, limitées au nord et à l'ouest par les dépôts du groupe

(1) L'*Institut*, 5 sept 1855.

lacustre. Celui d'Alet qui les borde au contraire à l'est dans toute la région montagneuse de la Grasse ne se voit, dans le massif du Mont-Alaric, qu'à ses extrémités et dans les brisures de sa partie moyenne. Les assises nummulitiques le recouvrent encore dans la vallée de l'Orbieu et vers le milieu de la hauteur du cirque de la Grasse. Au nord de la route de Carcassonne à Lézignan, elles s'étendent au N.-E., affleurant sous le groupe supérieur jusqu'à la rive gauche de l'Aude, autour de Roubia.

Nous avons établi dans ce groupe (1) trois étages, caractérisés par la présence des Nummulites, mais composés de roches différentes. Le premier et le second se relient cependant par l'analogie de quelques-unes de leurs assises, et le troisième qui, par suite de circonstances particulières, atteint aujourd'hui les plus fortes altitudes, occupe à lui seul des étendues considérables. Nous avons essayé de les distinguer tous trois sur notre Carte, par les modifications d'une même teinte. Nous les décrirons en marchant du sud-ouest au nord-est.

L'*étage nummulitique supérieur* comprend des calcaires jaunes ou gris, des marnes et des grès brunâtres ou jaunâtres, des psammites et accidentellement des poudingues. On l'observe plus particulièrement sur la rive gauche de l'Aude, au-dessous de Montazels en face de Couiza, recouvrant les marnes bleues du second étage, et se prolongeant vers Esperaza et Rouvenac. Sur la rive droite on le voit jusqu'à Palabrac, puis en montant le chemin de Rennes, etc. L'inclinaison générale de tout le système au S., fait qu'il cesse de se montrer au nord de Couiza.

Au sud de Limoux, non loin de la chapelle de Brasse, il succède à la Mollasse. Il est représenté par un grès gris à gros grain, un autre à grain fin, très dur, un calcaire marneux gris avec *Nummulites Leymeriei* et un calcaire grossier jaunâtre rempli de *N. Ramondi*, var., *Leymeriei* et *biaritzensis*. Lorsqu'on s'avance vers l'E. par la Caunette, il conserve sa position et manifeste des caractères peu prononcés sous l'épaisse nappe des poudingues supérieurs. Il s'en dégage plus nettement entre Saint-Pierre et la Borde-rouge, au sud de la Grasse, pour constituer ensuite le plateau de Tournissan à Saint-Laurent, où il est rempli de *Nummulites Ramondi*, var., *d* et *a* d'*Operculina canalifera*, de Turritelles, etc.

La partie la plus élevée de la butte de Jonquières, les coteaux supérieurs des bords du Rabe jusqu'aux métairies de Montplaisir, de Montmigea et de Cabagnol sont formés, la première de grès psammites gris ou

(1) L'*Institut*, 5 sept. 1855.

brunâtres, et les autres de calcaires jaunes ou grisâtres, terreux, pétris de *N. Ramondi*, var. *e*, et de *N. Leymeriei*. On observe cet étage sur le pourtour du Mont-Alaric, entre le pied nord de la montagne et la route de Lézignan à Carcassonne. Il paraît être sans fossiles, beaucoup plus puissant qu'à l'est, et composé d'alternances de psammites gris, rouges et panachés, de marnes rouges, grises ou jaunes, de grès, de poudingues et de calcaires gris bleuâtre, très durs. Ces diverses assises, alternativement meubles ou solides, forment une série de crêtes dentelées, discontinues, parallèles, ou de grandes écailles alignées qui longent la base de la montagne, plongent constamment vers elles ou au S., sous un angle variant d'abord de 15 à 35° et atteignant jusqu'à 75°, dans son voisinage immédiat, à la hauteur de Capendu et de Barbaira. Le plongement redevient normal dans tout le couronnement de l'escarpement marneux, semi-elliptique qui circonscrit au nord, à l'ouest et au sud l'extrémité occidentale du Mont-Alaric, dont il est séparé par la vallée de la Bretonne.

L'étage nummulitique moyen, celui des *marnes à Turritelles* ou *marnes bleues* de Couiza, d'Albas, de la vallée du Rabe, de Ribaute, de Roubia, etc., est depuis longtemps connu des collecteurs de fossiles, et le Mémoire de M. Leymerie joint à celui de Tallavignes pourrait nous dispenser d'en parler ici, sans la nécessité de préciser des rapports stratigraphiques souvent mal définis. C'est, d'ailleurs, un excellent horizon géologique pour ce pays et sur la position duquel il ne doit rester aucune incertitude.

Autour de Couiza, cette position est nettement indiquée entre le premier et le troisième étage, surtout dans la coupe de la rive gauche de l'Aude, puis en montant le chemin de Rennes, et au moulin de Coustaussa. On y trouve particulièrement la *Nummulites Leymeriei*, les *Operculina ammonea* et *granulosa*, les *Trochocyathus bilobatus* et *sinuosus*, la *Cardita minuta*, la *C. vicinalis*, la *Turritella ataciana*, etc. Les deux premiers étages plongent régulièrement au S.-S.-O. des deux côtés de la Sals comme sur les rives de l'Aude.

A la sortie des gorges d'Alet, du côté de Limoux, près de la métairie des Pairouchés, douze assises de calcaires et de marnes qui succèdent aux grès du premier étage représentent celui dont nous parlons. La première de ces assises est une marne grise exploitée à la tuilerie, et la dernière, en face de la métairie, est un calcaire marneux avec Nummulites. Vers l'est, cette série suit, par la Caunette, la bande étroite du groupe qui disparaît au delà sous les poudingues. Les marnes et les calcaires marneux, d'une épaisseur de près de 100 mètres plongent à l'O. tout le long de la vallée du Rabe, de Coustouge, à Saint-Laurent. La *Nummulites biaritzensis* en carac-

térise la partie supérieure avec le *Trochocyathus sinuosus*, le *Trochosmilia multisinuosa*, les *Nummulites Ramondi*, var. *d* et *Leymeriei*, la *Panopœa elongata* et la *Venericardia minuta* (*Cardita*), tandis que la *Lucina corbarica* se montre surtout dans les parties moyennes et inférieures. Dans l'étroite vallée que suit le chemin de Fontjoncouze les couches plongent au S., et à 1500 mètres de ce dernier village on les voit au contact du lias.

Au nord de Saint-Laurent en face d'Espalays, leur inclinaison est de 45 à 50° à l'E., et elles s'appuient contre les calcaires du troisième étage. En continuant à se rapprocher de Fabrezan elles plongent à l'O.-S.-O.; elles sont recoupées plusieurs fois par la route le long de la grande côte de la Borde-Rouge près de la Grasse, où elles renferment aussi de nombreux fossiles. Elles constituent le fond de la vallée de l'Orbieu à partir de Ribaute, forment partout les berges de la rivière et un grand escarpement au delà de Grafan, où elles plongent au S.-E. comme tout le groupe d'Alet, sous lequel on croirait qu'elles s'enfoncent. Quelques bancs d'Huîtres assez réguliers (espèce voisine de l'*O. crepidula*, Defr.) s'y montrent à l'exclusion de la plupart des autres fossiles.

Ces couches affleurent peu à l'est et au nord du Mont-Alaric, mais elles constituent un vaste escarpement semi-elliptique circonscrivant toute sa partie occidentale. Elles présentent leur tête à la montagne au-dessus de Pradelles, de Monze et au delà, bordant la rive gauche de la Bretonne qui coule au fond d'un immense fossé de circonvallation. Ce sont des marnes bleues et des calcaires marneux alternant, puis des psammites et des marnes bleues alternant aussi, des calcaires gris bleu et des grès vers le haut accompagnés de poudingues. Ces strates variés plongent partout en dehors du cirque, suivant la génératrice d'un cône très surbaissé dont le sommet se trouverait dans le plan de l'axe de la montagne, mais passant fort au-dessus de sa partie la plus élevée. Ils reposent sur les calcaires compactes blanchâtres du troisième étage, qui forment aussi un bombement ou plan incliné inférieur, sorte d'élément d'une portion de cône concentrique compris dans le précédent.

Au sud de Pradelles une faille semble avoir élevé les deux premiers étages pour constituer le plateau allongé de Montlaur à Comelles, où l'inclinaison est toujours au S. Entre ce massif et le Mont-Alaric ils forment une ride parallèle sur laquelle se trouve la métairie de Roquenegade, où Tallavignes avait cru voir une discordance complète entre les marnes bleues et les calcaires blancs compactes des flancs de la montagne. Mais une coupe perpendiculaire à la direction des couches montre au contraire que celles du premier étage

et les marnes sous-jacentes, qui forment l'escarpement tourné à l'ouest et au nord, ainsi que le fond du vallon, sont parfaitement concordantes entre elles comme avec les calcaires de la voûte du Mont-Alaric lui-même ou l'escarpement opposé du vallon. Il n'y a ici ni faille, ni discordance de stratification, mais une disposition identique avec celle que nous venons d'indiquer sur tout le reste du pourtour occidental du Mont-Alaric. Enfin ce même étage constitue la partie moyenne et inférieure des pentes qui s'abaissent à l'est des crêtes de la Malpère et du plateau de la Camp, sur les territoires d'Arquettes, de Servies, du Villar et de Mayronnes.

L'*étage nummulitique inférieur* est essentiellement calcaire. Il supporte les marnes et les calcaires marneux précédents et recouvre le groupe d'Alet. Le massif rocheux, isolé de toutes parts, que couronne le village de Rennes, est composé de bancs de calcaire gris avec grains de quartz, de 10 à 12 mètres d'épaisseur totale, remplis de Milliolites et reposant sur des marnes grises gypsifères et sur des marnes rouges. Ils appartiennent à ce troisième étage comme ceux qui, plus au sud, sont en face de Brenac, coupés par la route de Quillan à Bellesta. On peut les suivre encore au delà dans le département de l'Ariége s'appuyant contre les chaînes secondaires.

Sur la rive droite de la Sals l'étage inférieur succède au groupe d'Alet, constituant les calcaires gris bleuâtre avec Milliolites de Coustaussa, qui plongent de 45° au N. Derrière le château de Couiza ils inclinent au S.-S.-O., et recouvrent des marnes rouges et jaunes. En continuant à s'avancer vers le nord, en face du Luc et en arrière de la Pujade, on voit se relever successivement une puissante assise gris jaunâtre et rougeâtre, des marnes sableuses, des calcaires marneux, enfin des calcaires en plaquettes, remplis de Milliolites, base de tout le groupe nummulitique. Ces derniers reposent sur une grande assise de marne rouge, distincte de celle que nous venons d'indiquer au-dessus, et qui forme la partie supérieure du groupe d'Alet.

Ces calcaires à Milliolites occupent sur la rive droite de l'Aude le sommet de la butte du Luc et du grand escarpement que longe la route de ce point jusqu'à Serres. Sur la rive gauche, ils forment les parties les plus élevées du plateau depuis la Pujade jusqu'au-dessus des métairies de Coussergue, de la Caune et de Brau, au nord-ouest d'Alet, où ils atteignent une altitude de 655 mètres, la plus considérable que présente le groupe nummulitique dans toute la région que nous décrivons.

A la sortie des gorges d'Alet du côté de Limoux, sur la rive droite de l'Aude, non loin de la métairie des Pairouchés, les calcaires de

transition plongent de 35° au N. recouverts, à stratification discordante, par le troisième étage nummulitique incliné dans le même sens, mais sous un angle de 55°. Ce dernier est composé de calcaires compactes, de marnes grises schistoïdes, de calcaires gris noduleux, d'autres noirâtres, compactes, de calcaires lumachelles avec ostracées, et de divers calcaires remplis de Milliolites et d'Alvéolines. Dès qu'on atteint les assises du second étage, l'inclinaison diminue et elle se continue ensuite régulièrement jusqu'à la mollasse de Limoux. Le troisième se dirige vers l'E. en longeant le terrain de transition.

On l'observe rarement dans les montagnes de la Grasse. Cependant on doit y rattacher les calcaires jaunes à Milliolites qui portent le village de Ribaute, et les couches qui viennent affleurer dans le lit de l'Orbieu jusques et y compris le banc de calcaire marneux, noirâtre, avec Huîtres, Cérites, Pleurotome, etc., connu sous le nom de *marbre de Ribauté*. Ce système de couches que l'on voit se redresser au sud, forme à peu près la moitié supérieure du cirque de la Grasse. C'est vers sa base que nous avons trouvé un lit de calcaire marneux rempli de ces petits corps operculiformes, cornés, que M. Viquesnel a rencontrés dans une roche semblable, associés avec des Paludines près de Baloukkeuï, aussi à la base du groupe nummulitique de la Turquie. M. Deshayes vient de les décrire sous le nom de *Viquesnelia lenticularis*.

Les Psammites gris jaunâtre, terreux avec *Neritina Schmideliana* et *Nummulites planulata*, des bords de la rivière, au-dessous de Saint-Laurent, font sans doute partie de notre troisième étage, ainsi que les roches contre lesquelles s'appuient les marnes bleues d'Espalays.

Mais c'est dans la montagne d'Alaric que cette division du groupe prend le plus de développement et acquiert une véritable importance pour l'orographie du pays. Ses calcaires blanc grisâtre, compactes très durs et peu altérables par les agents atmosphériques constituent tout le revêtement extérieur de la voûte, là où elle existe dans son intégrité. Partout ils succèdent immédiatement aux marnes bleues dont les escarpements circonscrivent, comme on l'a vu, le pied de la montagne dans sa partie occidentale, et qui laissent une dépression sur le reste de son pourtour. A sa partie orientale, au sud de Mous, au four à chaux d'Alaric, dans le ravin de la Combe Saint-Jean sur son versant nord, entre Capendu et Barbaira, sur ce vaste plan incliné que longe la route de Monze après la grande brisure oblique des Paillassés qui a fait affleurer le groupe d'Alet, de même que sur tout le versant méridional, vers Pradelles et Roquenegade, ces bancs épais et bien suivis sont caractérisés par la présence d'une grande quantité de Milliolites, par les *Nummulites Lucasana*, *Ramondi*, var. *d*, *planu-*

lata, l'*Alveolina sphæroidea*, une *Orbitoidea*, n. sp., la *Neritina Schmideliana*, l'*Ostrea* si voisine de l'*O. vesicularis* et partout fréquente à ce niveau, l'*Hemiaster Alarici*, le *Periaster Orbignianus*, un *Echinolampas* pris pour l'*E. ellipsoidalis*, la *Terebratula montolearensis*, etc.

Ainsi, les diverses coupes que l'on peut très facilement faire du Mont-Alaric prouvent que ce massif résume tous les éléments du groupe nummulitique du pays, et montre en même temps ses rapports avec le groupe tertiaire inférieur d'Alet. Il est en effet composé de calcaires nummulitiques du troisième étage formant une voûte demi-cylindrique, brisée en divers points, dont les *retombées* s'abaissent au N. et au S., ou de chaque côté de son axe, pour passer sous les argiles et les marnes bleues du second. A celles-ci succèdent, au sud et à l'ouest, les calcaires nummulitiques du premier; tandis qu'au nord celui-ci serait représenté par une série complexe de grès, de calcaires, de poudingues, de marnes rouges, grises ou jaunes. Cette voûte comprend à l'intérieur les assises du groupe d'Alet qui viennent au jour par de vastes échancrures que le soulèvement a produites à ses extrémités est et ouest, et sur quelques points de l'*extrados*. De sorte qu'on peut distinguer à la fois la composition intérieure de la montagne, l'arrangement symétrique de ses couches extérieures, et apprécier les effets des phénomènes dynamiques qui ont accidenté le tout.

Quant à leurs altitudes, les trois étages présentent des différences notables en rapport avec les accidents qui les ont affectés, et avec leur composition minéralogique plus ou moins favorable à leur destruction. Ainsi le premier étage n'atteint généralement qu'une faible hauteur, au sud de Couiza, et ne se relève qu'avec les marnes du second sur les pentes des montagnes de la Camp et de la Malpère. Les marnes occupent presque toujours les dépressions du sol. Leur base est à 225 mètres près de Couiza, à 173 au bas de Coustouge, a 143 à Monze, tandis qu'à Ribaute, sur les bords de l'Orbieu, leur partie supérieure n'est qu'à 96 mètres. Le troisième étage s'élève, au contraire, fréquemment. A l'extrémité occidentale du Mont-Alaric au nord de Pradelles, il atteint 503 mètres, puis 595 à l'extrémité opposée au-dessus de Camplong, 279 à la crête supérieure du cirque de la Grasse. Sur la rive gauche de l'Aude, nous l'avons signalé à 655 mètres au nord-ouest d'Alet, et à 526 sur son prolongement méridional en face du Luc. La crête de Cassaigne est à 474 mètres, et le village de Rennes à environ 450.

Groupe d'Alet.

Les dépôts qui forment la division la plus basse du terrain tertiaire n'avaient pas encore été bien caractérisés ni convenablement groupés, lorsque nous commençâmes à étudier le pays. Réunis à la formation crétacée sur la carte géologique de la France, on les trouve associés tantôt au groupe nummulitique, tantôt aux couches de la craie proprement dite. M. Leymerie comprit nos deux groupes sous la teinte jaune de sa carte, ce qui était beaucoup plus rationnel, mais il ne les distingua l'un de l'autre, ni dans le texte de son mémoire ni dans le tableau des terrains qui l'accompagne. Les limites générales de cet ensemble ainsi compris ont d'ailleurs été tracées avec exactitude par ce géologue. De son côté, Tallavignes, après une étude stratigraphique plus détaillée, avait associé à tort l'étage nummulitique inférieur aux marnes rouges, aux calcaires, aux poudingues et aux grès sous-jacents pour en faire son *système alaricien*, lequel n'était ainsi fondé ni stratigraphiquement, comme nous venons de le dire, ni paléontologiquement, ni pétrographiquement. De plus, n'ayant pas suivi assez loin cet ensemble de couches au sud du massif de transition, il n'avait pu le limiter inférieurement d'une manière exacte, c'est-à-dire établir ses rapports avec les couches crétacées les plus récentes qui existent seulement de ce côté.

Nous avons déterminé ce point essentiel en 1853 (1), et plus tard nous avons limité et caractérisé tous les éléments du groupe (2). La seule modification que nous ayons apportée depuis à ce classement, consistait à retrancher, de la partie supérieure, la première assise des marnes rouges et jaunes des bords de l'Aude au-dessous de Couiza, parce que cette assise surmonte les calcaires compactes en plaquettes avec Milliolites, les plus élevés des montagnes d'Alet, et que les roches grisâtres, calcarifères, situées au-dessus de la Pujade et de Gabriel, font partie du troisième étage nummulitique comme ces calcaires à Milliolites eux-mêmes. D'après cela, le groupe d'Alet se compose, dans ces montagnes des bords de l'Aude, des quatre assises suivantes, à partir des calcaires du sommet :

1. Marnes rouges supérieures.
2. Calcaires gris blanchâtre, compactes.
3. Marnes rouges inférieures et poudingues.
4. Grès reposant ici sur le terrain de transition.

---

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. XI, p. 188, pl. 1, fig. 1, 1854.

(2) L'*Institut*, 5 sept. 1855.

Ces assises plongent régulièrement au S.-S.-O. sous le groupe nummulitique des environs de Couiza, pour se relever au delà dans diverses directions. Cette composition du groupe, dans les escarpements qui bordent la rive gauche de l'Aude, en face de la petite ville d'Alet, est prise pour type à cause de sa netteté et de la facilité avec laquelle on peut l'observer, mais elle n'est pas toujours aussi complète ni aussi régulièrement symétrique. Ses caractères se modifient par la prédominance d'un de ses éléments constituants aux dépens des autres.

Le plateau à l'ouest d'Alet atteignant 551 mètres d'altitude, et le fond de la vallée où les grès recouvrent le terrain de transition étant à 180, si l'on estime à 50 mètres l'épaisseur du troisième étage nummulitique du sommet, il reste 321 mètres pour la puissance totale des quatre assises précédentes. Celle de la base en forme à peu près le tiers ; les calcaires ne dépassent pas 25 à 30 mètres, et les deux assises de marnes rouges sont à peu près égales.

Le groupe tertiaire inférieur se montre tel que nous venons de le caractériser ou à peu près, dans la partie du bassin de l'Aude comprise entre Alet et Quillan, s'étendant d'une part à l'est jusqu'au delà d'Arques et de Veraza, entre la Rialsesse et la Valette, de l'autre sur les territoires de Rennes, de Granes et de Commesourde. C'est à la grande assise inférieure des grès qui couronne les marnes bleues crétacées des environs des Bains de Rennes et de Sougraigne, qu'est dû l'aspect ruiniforme qui contribue à donner au paysage de cette petite région son caractère particulier. A l'ouest, on peut suivre ce groupe par Brenac et Nébias jusqu'à Puivert, Bellesta et au delà. Son redressement, suivant deux lignes parallèles entre Campagne, Couiza et Serres, de même qu'au nord de Quillan, résulte d'accidents locaux qui n'impliquent point une véritable discordance générale avec le groupe suivant.

Vu d'un point élevé, tel que le roc isolé qui porte le village de Rennes, on reconnaît que les assises du groupe d'Alet affectent des formes orographiques qui lui sont propres et qui les distinguent avec une grande netteté des roches plus anciennes sur lesquelles elles reposent. Dans l'espace compris entre Saint-Féréol, Granes, Bézu et Jandou se développent de larges ondulations semblables à d'immenses vagues venant du S.-O., dont les bords sont formés par une nappe très régulière de calcaire blanc, partout d'une égale épaisseur, et dont les courbes, légèrement concaves qui relient les divers plans des lames, sont formées par les marnes rouges. Ces nappes, autour de Rennes, sont à 419 et 435 mètres d'altitude ; elles atteignent 582 mètres à la pointe avancée qui domine Jandou dont la crête étroite et

horizontale se trouve à 263 mètres au-dessus de la Sals qui coule à sa base (1).

Si l'on porte ses regards au nord, entre les vallées de la Rialsesse et de la Valette, les caractères du paysage sont absolument les mêmes. Les couches s'élèvent à 518 mètres comme au sud, et, à partir de la rive gauche de l'Aude, autour de Brenac, de Nébias et jusqu'aux environs de Bellesta les nappes calcaires blanches, horizontales, bordées de talus rouges très réguliers, simulent fort bien d'immenses lignes de fortification passagère.

Les montagnes qui environnent la petite ville de la Grasse appartiennent en grande partie à ce groupe; mais les accidents variés qu'on y observe peuvent expliquer l'incertitude et le peu d'accord des descriptions qu'on en a données. L'assise calcaire principale forme le tiers inférieur du cirque ou mieux de l'amphithéâtre semi-elliptique appelé les *côtes de la Grasse*. A la Borde-Rouge, un kilomètre au sud de la ville, ces calcaires ont été fortement redressés et s'appuient, au tournant de la route, sur les assises inférieures rouges, tandis qu'en face, sur la rive gauche de l'Orbieu, ils sont restés presque horizontaux, constituant comme de gigantesques tumulus allongés, désignés sous le nom d'*Escairedeous*. Le massif que ce groupe forme au nord-est, vers la métairie de Lavals, ne dépasse pas 300 mètres d'altitude, de même que celui que parcourt au nord-ouest la route de la Grasse à Pradelles jusqu'à la vallée des Mattes.

On a déjà vu que les brisures occasionnées dans les calcaires du troisième étage nummulitique par le soulèvement du Mont-Alaric, avait fait apparaître le groupe d'Alet en plusieurs points, et particulièrement à ses extrémités. Ces grandes déchirures, en amenant au jour les couches tertiaires les plus profondes, ont permis de reconnaître que, dans cette partie du bassin, comprise entre la Montagne-Noire et le massif ancien de Monthoumet, aucun sédiment secondaire ne s'était déposé, car la brisure orientale montre les couches rouges d'Alet recouvrant sans intermédiaire les schistes de transition qui s'élèvent encore à plus de 200 mètres au-dessus de la plaine de Mous. Dans cette portion de la montagne, les calcaires ont pris un grand développement aux dépens des roches arénacées et argileuses.

Nous avions pensé que le groupe d'Alet se prolongeait à l'est d'Albas pour joindre le grand escarpement si pittoresque de l'ermitage de Saint-Victor qui domine la rive gauche de la Berre, à l'ouest de

(1) Voyez la coupe des environs des Bains de Rennes, *Bull.*, 2e sér., vol. XI, p. 186, pl. 1, fig. 1, 1854.

Gléon. Nous avions observé aussi les calcaires compactes, gris de fumée, traversés de veines spathiques, de la fontaine de Fonjoncouze, les calcaires compactes, noirâtres, à débris de coquilles d'eau douce de la gorge des moulins au nord-est de ce village, la grande assise de calcaires rouges, panachés de bleu, schistoïdes et les calcaires compactes sans fossiles qui, se profilant au nord, viennent expirer dans la plaine de Thézan, mais nous avions conservé, sur les vrais rapports de ces grandes masses, une incertitude que les recherches ultérieures de M. Noguès ont en partie fait cesser, et nous sommes aujourd'hui porté à regarder le tout comme représentant le bord oriental du groupe qui nous occupe. Ces calcaires atteignent 386 mètres d'altitude au sud de l'ermitage de Saint-Victor, 348 au Pech de la Selve, entre ce point et Dones, 370 à l'ouest de ce village, et les calcaires de Thézan, qui en sont le prolongement, disparaissent sous la plaine à 125 ou 130 mètres.

Bien que les rapports stratigraphiques de cette dernière région soient encore entourés de quelque obscurité, on peut juger que la puissance du groupe y est aussi considérable que partout ailleurs, et que sa composition, quoique peu différente, prise dans son ensemble, n'offre plus cependant cette symétrie dans la position relative de ses éléments constituants qui nous avait frappé à l'ouest, d'Alet, à Quillan et à Bellesta. Les assises calcaires sont plus multipliées, et les causes qui ont fait varier la nature des sédiments ont plus souvent changé. Du reste, on observe partout la même rareté de données paléontologiques précises, et l'on serait tenté d'y voir plutôt des dépôts d'origine d'eau douce, et quelquefois torrentielle, que des sédiments formés sous les eaux de la mer.

Nous avons fait remarquer ailleurs (1) combien le groupe tertiaire le plus ancien ou *sous-nummulitique* était constant, non-seulement dans le nord-ouest de l'Europe et aux pieds des Pyrénées, mais encore dans toute la zone nummulitique orientale. Une partie de ces analogies se retrouve dans le département des Bouches-du-Rhône, et particulièrement dans le bassin d'Aix (2), où existent l'horizon du groupe lacustre et celui du groupe d'Alet (groupe des lignites). Quant au groupe nummulitique intermédiaire (3), il y serait représenté par le système des couches rouges.

---

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, vol. III, p. 220, 1850. — *Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde*, p. 77. 1853.

(2) *Histoire des progrès de la géologie*, vol. II, p. 724-729, 1849.

(3) Nous avons dit (*Hist. des progrès de la géol.*, vol. II, p. 747, 1849), qu'en plaçant les gypses d'Aix sur l'horizon de ceux du bassin de

Le terrain tertiaire inférieur du bassin de l'Aude, tel que nous venons de le caractériser et de le diviser en trois parties principales, permet et oblige même de supprimer de la nomenclature générale, et comme n'étant plus justifiée, la dénomination de *système épicrétacé*, proposée par M. Leymerie, ainsi que celles de *systèmes ibérien* et *alaricien*, proposées par Tallavignes. En effet, ce ne sont que des doubles emplois, car ces divisions correspondent, aussi exactement qu'on pouvait s'y attendre à une telle distance, avec celles du terrain tertiaire inférieur du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre. Ainsi notre groupe lacustre avec ses *Lophiodon*, ses *Paléothérium*, ses coquilles, ses poissons et ses plantes exclusivement fluviatiles et terrestres, ses bancs de gypse et de marnes gypseuses subordonnés, se trouve parallèle au groupe du calcaire lacustre moyen du bassin de la Seine tel que nous l'avons limité (1); les trois étages du groupe nummulitique représentent les *sables et grès moyens*, le *calcaire grossier* et les *lits coquilliers du Soissonnois*, enfin, le groupe d'Alet correspond, dans le bassin de la Seine, à l'ensemble des assises marines, fluvio-marines et lacustres comprises entre l'horizon de la *Neritina Schmideliana* et de la *Nummulites planulata*, et le calcaire pisolithique ou la craie supérieure; en Angleterre, aux *couches de Bognor*, à la *série de Woolwich* et aux *sables de Thanet;* en Belgique au *système landenien*, (Dumont), etc.

---

la Seine, on était conduit à mettre l'étage des couches rouges, panachées, sableuses, argileuses ou détritiques avec les sables moyens et le calcaire grossier du nord, et à regarder le groupe des lignites qui est dessous, comme synchronique de celui des sables inférieurs. Cette présomption se trouve appuyée par les observations que nous a communiquées M. le marquis de Roys, qui considère les couches rouges de la Provence, placées entre les lignites et les gypses, comme représentant le groupe nummulitique tel que nous le comprenons aujourd'hui. Ces couches rouges existent, dit-il, dans le département du Gard. Ce sont des assises puissantes de poudingues à la base, puis des argiles et des calcaires marneux. Dans l'ancien lac d'Alais, dans les tranchées du chemin de fer, à Ners et aux environs près de Saint-Hippolyte-de-Caton, elles sont recouvertes par l'étage des gypses d'Aix. Il y a un petit lambeau de ces mêmes marnes, entre le Pic d'Aiguilles près du confluent du Gardon et le pont de *Vie Blanche*, sur la route de Beaucaire et de Nîmes, où la superposition discordante des trois formations tertiaires peut être observée.

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. X, p. 172, 1839. — *Descript. géol. du départ. de l'Aisne*, p. 73, 1843. — *Hist. des progrès de la géologie*, vol. II, p. 447, 1849.

TERRAIN SECONDAIRE.

FORMATION CRÉTACÉE.

Les dépôts secondaires ne se montrent que dans les parties orientale et méridionale de notre Carte ; ils manquent complétement au centre, au nord et à l'ouest. Ils n'ont jamais existé au nord du massif de Monthoumet, ni à l'ouest de la chaîne de Fontfroide et des collines de Boutenac, puisque les affleurements du terrain de transition au Mont-Alaric et à Pellat, sont immédiatement recouverts par le groupe d'Alet, et que, sur les pentes de la Montagne-Noire, les couches tertiaires inférieures reposent sur les roches cristallines.

En 1822, de Charpentier comprenait, sous le nom de *terrain du calcaire alpin et du calcaire du Jura*, toute la région des Corbières proprement dites, avec le massif de transition de Monthoumet, et, sous celui de *terrain de transition*, les chaînes secondaires de Saint-Antoine et de Lesquerde, avec la vallée qu'elles comprennent, depuis Estagel jusqu'à Bellesta.

C'est à Dufrénoy que l'on doit l'importante rectification d'avoir en 1830 placé tout ce dernier système de couches dans la *formation crétacée inférieure*, ainsi que celui qui, des environs d'Estagel, s'étend au nord-est jusqu'à l'extrémité de la Clape. En 1841, ce savant y rapportait aussi toute la chaîne de Fontfroide, ainsi que ses appendices, et, sur la Carte géologique de la France, étendant la *teinte verte* dans les vallées de l'Orbieu et du Rabe, il regardait par conséquent comme du même âge certaines parties du groupe d'Alet et même des couches nummulitiques moyennes. Toutes les assises crétacées plus récentes situées au sud, entre le massif de transition et la chaîne de Saint-Antoine, étaient confondues sous la même teinte verte, tandis que la région des Corbières, au nord de ce même massif, comme les collines de Boutenac, au nord-est, c'est-à-dire les poudingues des plateaux, le groupe nummulitique, celui d'Alet et une portion de la craie supérieure, étaient coloriés en *jaune*, teinte consacrée à la *craie blanche et à la craie supérieure*.

En 1846, M. Leymerie apporta, dans le groupement et la distribution des roches tertiaires inférieures et crétacées, des modifications importantes qui n'ont pas été assez appréciées, ou que peut-être l'auteur n'a pas fait assez ressortir. Il réunit sous une même teinte, ainsi que nous l'avons dit, les groupes nummulitique et d'Alet, puis, sous une autre, toutes les couches crétacées, c'est-à-dire qu'il établit la coupe générale la plus rationnelle qu'on pût faire alors, et les limites de ces deux divisions furent tracées avec une remarquable exactitude.

Nous avons fait connaître, en 1854, la série des couches crétacées des environs des Bains-de-Rennes, et montré quelle était la répartition des diverses faunes, depuis les bancs à *Exogyra columba*, qui reposent sur le terrain de transition jusqu'aux marnes bleues supérieures que recouvre le grès tertiaire d'Alet. En 1855, nous avons désigné cette série, qui constitue les montagnes depuis les Bains jusqu'à Soulatge et au delà, ainsi que le flanc occidental de la chaîne de Fontfroide et les collines de Boutenac, sous le nom de *formation crétacée supérieure*, tandis que nous comprenions sous celle de *formation crétacée inférieure*, tout le reste des couches de la même période, situées dans les parties orientale et méridionale de notre Carte.

Nous continuerons à faire usage de ces dénominations, non-seulement parce qu'elles sont commodes, mais encore parce qu'elles sont l'expression la plus exacte des faits. Rien n'est plus tranché que les caractères stratigraphiques, pétrographiques et paléontologiques de ces deux divisions, et leurs différences sont telles que si l'on ne considérait que cette région, on pourrait les regarder comme les types de deux terrains séparés par un laps de temps énorme. Leur discordance constante est en effet beaucoup plus prononcée que celle qu'on pourrait observer entre les assises crétacées supérieures et le grès de Carcassonne. Nous allons les décrire successivement.

Formation crétacée supérieure.

On vient de voir que les couches rapportées à cette première division occupaient deux régions distinctes fort éloignées l'une de l'autre : celle du nord-est, comprenant le versant occidental de la chaîne de Fontfroide, les collines de Boutenac, de Gasparet, etc.; celle du sud, le massif des montagnes des Bains-de-Rennes, de Sougraigne et de Soulatge. Les différences qu'on remarque entre ces deux régions sont presque aussi prononcées que celles qui séparent les séries crétacées supérieure et inférieure, mais cette circonstance s'accorde avec la difficulté de retrouver aujourd'hui les points par lesquels pouvaient communiquer les eaux où leurs dépôts se sont formés. Nous commencerons par la région du sud comme étant la plus complète; nous y avons établi les quatre étages suivants :

1. Marnes bleues supérieures.
2. Grès, marnes et premier niveau de rudistes.
3. { Couches à échinides.
   { Second niveau de rudistes, etc.
4. Calcaires à *Exogyra columba*, *Orbitolites concava*, etc., et grès.

Considérés dans leur ensemble, ils constituent une zone allongée de l'E. à l'O., des environs de Montgaillard et de Roufiac jusqu'à la rive gauche de la Sals, en face du village de Cassaigne, sur une longueur de 5 lieues et une largeur de 2 au plus. Les couches plongent généralement au S. ou au S.-S.-O., sous un angle d'autant plus grand qu'elles sont plus anciennes et plus voisines du terrain de transition contre lequel elles s'appuient. Elles disparaissent à l'ouest sous le groupe tertiaire d'Alet ; au sud et à l'est, elles viennent butter contre les couches redressées de la formation inférieure, courant aussi généralement E.,O.

Sur la limite nord de la zone, à la métairie de Lauzadel, à quelques centaines de mètres des schistes de transition, ces couches crétacées atteignent 641 mètres d'altitude, et 760 aux environs de Fourtou, tandis qu'au sud, non loin de leur contact avec la formation inférieure, elles ne sont qu'à 309 mètres (Roufiac), 416 (Soulatge) et 465 (Bugarach). Les marnes bleues, à la jonction de la Sals et du ruisseau de Sougraine, sont à 319 mètres.

Premier étage. — Les marnes bleues supérieures que nous avons décrites (1) remontent à partir de ce dernier point dans la vallée de Sougraigne, et occupent tous ses talus inférieurs où elles ont été dérangées par plusieurs failles. Elles forment aussi la partie supérieure de l'escarpement au nord-ouest du village, portent ce dernier, et se prolongent jusqu'aux Clamens, presque toujours recouvertes par les grès d'Alet. Si l'on remonte la Sals jusqu'à la Ferrière, on reconnaît que cet étage a participé au soulèvement en voûte qui s'est produit en cet endroit. Il plonge fortement au N. vers la métairie de la Hille, et au delà du Moulin, sur le versant opposé, il incline en sens inverse. Nous renvoyons le lecteur au mémoire précité pour les caractères de la faune de cette première division de la craie.

Deuxième étage. — De nouvelles observations nous ont fait apporter quelques changements dans la manière de composer cet étage ainsi que le suivant. Dans la coupe des bords de la Sals, au sud du village des Bains, viennent, sous les marnes bleues précédentes, des bancs minces de grès, de marnes et de psammites alternant, d'une épaisseur totale de 16 à 18 mètres, et plongeant au S. avec une inclinaison exceptionnelle de 45 degrés, puis une assise de calcaires, de grès calcarifères et de marnes grises de 10 à 12 mètres, le tout sans fossiles ou à peu près. A l'est de ce point, dans le ravin de la Borde-Nove, à gauche du chemin de Sougraigne, ces

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. XI, p. 185, pl. 1, 1854.

deux petites séries de couches occupent la même position par rapport aux marnes bleues, et reposent aussi, comme au-dessus des Bains, sur les couches à échinides de l'étage suivant. Au delà elles cessent de se montrer, et celles que nous allons placer au même niveau sont entièrement différentes. Ces dernières sont aussi riches en fossiles que les premières étaient pauvres, et le passage des unes et des autres dans le sens horizontal reste encore à déterminer.

Si à partir des Bains-de-Rennes on se dirige à l'E., en traversant le plateau accidenté que forment exclusivement les couches à échinides plongeant au S.-O., on atteint, à environ 3 kilomètres, une montagne qui se profile assez nettement comme un massif isolé de trois côtés, et incliné au S.-O. sous un angle de 25 degrés. Elle est connue dans le pays sous le nom de *Montagne des Cornes*, à cause de l'immense quantité d'Hippurites et de Radiolites dont ses couches supérieures sont presque entièrement composées, et qui lui ont valu une certaine célébrité. Visitée depuis Picot-Lapeyrouse jusqu'à ces derniers temps par tous les naturalistes qui ont parcouru les Corbières, nous ne sachions pas qu'aucun d'eux ait fait connaître ses rapports stratigraphiques; mais il y a plus, c'est que plusieurs paléontologistes ont raisonné théoriquement sur les fossiles qu'on y trouve, sans se préoccuper le moins du monde de la place que ses couches occupent dans la série crétacée du pays. Cette détermination à la vérité ne pouvait pas être faite directement, du moins en partie, parce que la grande assise à rudistes, qui forme le plan supérieur incliné de la montagne, n'est pas recouverte, et que des failles semblent l'isoler de trois côtés.

On peut reconnaître cependant au premier abord que la plus grande portion de sa masse est supérieure à l'étage des échinides qui constitue le plateau à l'ouest, de même que les talus qui s'abaissent au S. vers la Borde-Nove. La première assise que l'on rencontre en gravissant la montagne du côté de l'ouest, par le sentier qui vient des Bains, est un calcaire marneux, gris jaunâtre, tendre, friable, caractérisé par de nombreux fossiles et surtout par des polypiers bien conservés (*Trochosmilia patula*, *Placosmilia arcuata*, *Pachygyra labyrinthica*, *Cyclolites hemisphærica*, *Astræa Delcrosiana?*, *A. formosissima*, *ramosa*, *octolamellosa*, *decaphylla*, *Meandrina radiata*, *Pyrina atacica*, baguettes de *Cidaris*, *Nucula* voisine de la *N. Renauxiana*, valves isolées et parfaitement conservées d'*Hippurites bioculata*, *Delphinula*, nov. sp., etc.).

En continuant à s'avancer obliquement sur le versant sud, on atteint un ravin assez profond, dirigé au S.-E., et ouvert dans des marnes sableuses, grises, renfermant des bancs de grès subordonnés

et recouverts, à l'origine du ravin, au-dessous du sentier, par un calcaire gris de cendre, très dur, avec grains de quartz, et de petits cailloux blanc-laiteux de cette substance. Sur cette roche vient un calcaire brunâtre, taché de jaune, rempli de *Bulimina*, de *Globigerina* et d'autres petits rhizopodes, puis la série des calcaires à rudistes, grisâtres, plus ou moins durs, plus ou moins compactes ou grossiers, fragiles, d'une épaisseur totale de 15 à 18 mètres, constituant le plan incliné de la montagne, et présentant leur tranche au N., au N.-E. et au N.-O. Outre la plupart des polypiers précédents, on y trouve, mais moins bien conservés, les *Cyclolites elliptica* et *rugosa*, *Rhipidogyra Martiniana*, *Synastræa corbarica*, *Meandrina pyrenaica*, *ataciana*, *Actinocœnia compressa*, les *Hippurites cornu-vaccinum*, *organisans*, *bioculata*, *dilatata*, *sulcata*, la *Sphærulites angeiodes* (*Radiolites*, id., *rotularis* et *ventricosa*, Lam.), *Caprinula Boissyi*, *Pecten quadricostatus*, *Exogyra conica*, *Natica Matheroniana*, etc.

De la disposition particulière que nous venons d'indiquer, il semble donc résulter que cette grande assise de rudistes occupe ici la partie supérieure du second étage, et qu'elle doit être regardée comme étant placée entre les marnes bleues et les couches à échinides. Sa position actuelle peut être attribuée à deux failles : l'une au sud-ouest vers le pied de la montagne, puisque les couches à échinides et toute la série au-dessus se retrouvent lorsqu'on descend à la Borde-Nove, et l'autre au sud-est, marquée par l'excavation profonde qui sépare la Montagne des Cornes de celle du Clouet. Il faut supposer, en outre, qu'à cause de leur nature même les marnes bleues qui devaient recouvrir l'assise des rudistes auront été complétement dénudées après le soulèvement, ou bien que cette dernière, élevée par un mouvement local au-dessus du niveau des eaux, n'a jamais été recouverte en cet endroit par les marnes, comme cela a eu lieu sur son prolongement à l'est, dans la colline de Sougraigne. En effet, dans la coupe de cette dernière localité, on trouve, sous l'escarpement supérieur des marnes bleues, un calcaire gris, noduleux, très dur, ayant tous les caractères de celui de la montagne des Cornes et renfermant les mêmes rudistes ; seulement il est ici réduit à 2 mètres d'épaisseur, et la couche sous-jacente de marne grise, remplie des polypiers, que nous avons signalée dans la même position, n'a que 1 mètre.

Plus à l'est, à la métairie de Linas, on trouve encore, au-dessus du troisième étage, un rudiment de celui-ci, remarquable par la grande quantité de polypiers qu'il renferme et qui devaient constituer en cet endroit un véritable récif (*Astræa lamellosissima*, *striata*, *aga-*

ricites et 5 ou 6 autres espèces, *Dendrophyllia brevicaulis*, *Phyllocœnia*, nov. sp., etc.). Un peu au delà on atteint l'assise des rudistes plongeant au S., mais toujours peu épaisse.

Ainsi les deux premiers étages, si parfaitement distincts et caractérisés par leurs roches, leurs fossiles et leur épaisseur dans la petite région des Bains-de-Rennes, sur les bords de la Sals et du ruisseau de Sougraigne, n'ont en réalité qu'un très faible développement horizontal, et l'abondance des polypiers, particulièrement des Astrées et des Méandrines, marque la base du second comme l'accumulation des rudistes sa partie supérieure.

Troisième étage. — Le troisième étage, tel que nous le considérons aujourd'hui, est plus épais, plus complexe et s'étend beaucoup plus loin que les précédents. Nous y réunissons des couches assez différentes au premier abord, lorsqu'on les considère isolément, mais qui n'occupent pas dans l'ensemble une place assez constante et ne présentent pas une association de fossiles assez bien caractérisés pour qu'elles constituent des horizons géologiques distincts. Il comprend les assises 8 à 13 de la coupe de la vallée de la Sals, les n°s 14 et 15 de celle que nous avons donnée en 1854, devant être supprimés. Nous établirons actuellement dans cette série *deux sous-étages* motivés sur la constance des caractères pétrographiques, celle de certains fossiles et surtout des échinides dans la partie supérieure, puis au contraire par la variété des roches et la répartition généralement moins constante des corps organisés dans l'inférieure.

Sous-étage supérieur. — La roche dominante du premier sous-étage, qui dans la vallée des Bains succède régulièrement aux marnes grises et aux calcaires gris marneux, est grisâtre, jaunâtre ou brunâtre, peu solide, plus ou moins tendre, composée d'argile, de sable siliceux, de calcaire et de mica blanc. Elle passe suivant la prédominance de l'un ou de l'autre de ces éléments, au grès, au psammite, au calcaire ou à la marne, tout en conservant néanmoins un certain aspect général qui la fait reconnaître de suite. La cassure est toujours terreuse ; sa structure, souvent schistoïde, est quelquefois noduleuse.

Ces roches constituent d'abord le petit plateau auquel est adossé, à l'ouest ou sur la rive gauche de la Sals, une partie du village des Bains, et qui se prolonge au nord-ouest jusqu'au bord de la rivière en face de Cassaignes. Elles forment également tout le plateau ondulé à l'est des Bains, sur la rive opposée, entre le village et Montferran au nord-est, le pied de la Montagne-des-Cornes à l'est, et au sud-est les buttes qui en descendent vers la Borde-Nove. Dans celles-ci abondent particulièrement les fossiles les plus caractéristiques de cet horizon (*Micraster Matheroni*, *brevis* (id. var. *gibbus*), *cortestudina-*

rium, *Echinocorys vulgaris*, *Holaster integer*, *Spondylus spinosus*, *Cyprina Boissyi*, *Pecten quadricostatus*, *Terebratula difformis*, *Natica*, voisine de la *N. bulimoides*).

La coupe que nous donnons des environs de Sougraigne, dans ses assises 4 à 12, représente, à ce qu'il semble, tout l'étage mais avec une variété de roches et de fossiles que nous ne retrouvons nulle part, et cette autre particularité que les échinides, si constants ailleurs, y manquent presque complétement. Les polypiers, les gastéropodes, les acéphales y sont répandus à profusion dans certains bancs. Les espèces suivantes sont les plus fréquentes dans l'assise n° 4, qui succède immédiatement aux marnes à polypiers et aux calcaires à rudistes précédents : *Cyclolites hemisphœrica*, *Placosmilia rudis* (*P. Parkinsoni*), *arcuata*, *Trochosmilia complanata*, des Astrées, des Méandrines, des spongiaires, des Natices, mais très peu d'acéphales. Les fossiles de l'assise n° 8 sont plus variés, mais présentent un certain nombre d'espèces communes avec les marnes bleues supérieures.

Au sud de la chaîne qui sépare Sougraigne de Bugarach, ce sous-étage occupe toute la vallée, à partir du versant méridional de la voûte de la Ferrière, depuis la Vialasse jusqu'au village de Bugarach, qui est bâti dessus ; mais il est caractérisé de nouveau par l'abondance des échinides, quelques Ammonites et le *Spondylus spinosus*. Il en est de même de ce point jusqu'à la métairie de Linas, où l'assise à polypiers le surmonte comme à la Montagne-des-Cornes.

Au-delà de la ligne de partage des eaux de l'Aude et de l'Agly, dans la plaine de Soulatge et à Rouffiac, les assises à échinides sont toujours très développées et plongent fortement au S. Aux environs de Padern, à en juger d'après les fossiles que nous devons à M. Noguès, les mêmes couches doivent se poursuivre jusque près des pentes inférieures du Mont-Tauch.

Sous-étage inférieur. — Les assises de ce second sous-étage sont plus variées que celles du précédent ; elles comprennent les n°s 9 à 13 de notre ancienne coupe, comme le montrent les fig. 3 et 1 prises de chaque côté de la Sals à la sortie des Bains. Ces assises constituent les bords et le lit de la rivière jusqu'au-delà de l'établissement des *Bains-doux*, et se prolongent au nord-ouest comme les précédentes.

Lorsqu'on se dirige vers Montferran, elles sortent de dessous les couches à échinides en montant au village, où elles constituent des calcaires durs, schistoïdes, gris ou gris jaunâtre. Les grès jaunes qui portent les maisons, font partie du quatrième étage. Au delà, sur le chemin de Crousil, un calcaire brun jaunâtre, très dur, à surface noduleuse et un calcaire gris de cendre subcompacte,

sont remplis de *Bulimina* et de *Guttulina*. Si l'on continue à suivre vers l'est la limite des couches crétacées et du terrain de transition, on voit les métairies de la Bernousse, de Lausadel, des Peyramus et du Fort qui couronnent des promontoires avancés vers le N., et composés de calcaires gris plongeant régulièrement au S. Ces calcaires sont séparés des schistes paléozoïques par des sables et des grès du quatrième étage. Autour des Clamens et des Clausses, les calcaires gris, noduleux, plongent presque circulairement vers le fond de la vallée, surmontés de calcaires bruns, noduleux, recouverts à leur tour par les couches à échinides, auxquels succèdent les marnes bleues supérieures de Sougraigne, et enfin les grès tertiaires d'Alet derrière ce village.

Sur le chemin des Bains-de-Rennes à Bugarach, entre la Vialasse et la métairie de Laferrière, la Sals coule au fond d'une gorge étroite dont les parois coupées à pic présentent une voûte parfaitement régulière, de 150 à 160 mètres de rayon, composée de couches concentriques du troisième étage que le soulèvement a fait surgir au milieu des grès tertiaires et des marnes bleues. Vers le milieu de la voûte, le sentier de la rive droite est tracé sur un banc exclusivement formé d'*Hippurites organisans* placées verticalement, les unes contre les autres, comme à la Montagne-des-Cornes, mais appartenant ici au second niveau de rudistes. Le soulèvement dirigé, E.-N.-E., O.-S.-O., se rattache à la voute du grand escarpement de Sougraigne dont il marque l'extrémité occidentale. Le phénomène s'est ici manifesté d'une manière plus régulière, mais sur une moindre échelle. En face de Sougraigne il est plus difficile à comprendre, et présente une certaine analogie avec ce que l'on voit sur le versant nord du Mont-Alaric, car les marnes bleues plongent vers les calcaires redressés presque verticalement. Comme le premier, ce second sous-étage se continue à l'est de Bugarach.

Quatrième étage. Nous réunissons dans cette division toutes les assises qui, commençant un peu au-dessous des *Bains-doux*, dans la coupe de la vallée de la Sals, se développent jusqu'au contact du terrain de transition, où elles sont caractérisées par l'*Exogyra columba*, le *Pecten quinque-costatus*, l'*Exogyra flabellata*, l'*Ostrea carinata*, une Caprine, des Alvéolines, etc. Nous y rapportons les grès et les sables ferrugineux qui s'observent constamment à la limite du terrain de transition, depuis Montferran jusqu'à Fourtou, et nous regardons comme en faisant essentiellement partie la couche qui, au *pass de Capela*, sur le sentier de Linas, aux sources salées, couronne le grand escarpement calcaire du Roc de Balesou. La roche grisâtre est composée d'*Orbitolites concava* et *conica* mélangées d'un peu de

sable marneux. La présence de ces divers fossiles à la base de la formation crétacée supérieure de ce pays, nous permet d'y voir un représentant du quatrième étage du sud-ouest de la France.

Région crétacée supérieure du nord-est. Cette division géographique qui occupe une partie du petit bassin de l'Ausson, diffère de celle du sud par tous ses caractères. Les roches arénacées y règnent presque exclusivement ; les bancs calcaires ou marneux n'y sont que des accidents locaux, et les rapports stratigraphiques des uns et des autres, avec les dépôts tertiaires, avec les roches crétacées inférieures et même avec celles du lias nous laissent encore quelque incertitude. Dans les collines du versant occidental de la chaîne de Fontfroide, nous y avons trouvé d'assez nombreux fossiles, tandis que dans celles de Boutenac, sur la rive gauche de l'Ausson, les roches exclusivement arénacées ne nous en ont point offert. Cette région est limitée au nord et à l'est par des couches plus anciennes crétacées ou jurassiques, et à l'ouest par des dépôts tertiaires, sous lesquels nous avons dit que les strates qui la composent ne pouvaient s'étendre qu'à une faible distance.

Entre Saint-Martin et Saint-Pierre, à gauche de la route de Narbonne à la Grasse, on voit un système de couches d'environ 500 mètres d'épaisseur, composé de grès bruns ferrugineux, de poudingues rouges, de psammites gris et rouges, et de calcaires gris ou blanchâtres remplis de Sphérulites, d'Hippurites et de Radiolites. Ce système plonge d'abord de 80° et insensiblement de 30° à 35° à l'E., en s'appuyant contre les calcaires néocomiens. La répétition des calcaires à rudistes qui alternent jusqu'à neuf fois avec les grès ou psammites, dans le vallon même de Fontfroide, le long du ruisseau, en face de l'abbaye, est un exemple remarquable de la récurrence et de la persistance de certains types organiques sur le même point pendant un long espace de temps. Cette série constitue aussi la colline du vieux château de Saint-Martin où, sous les couches à rudistes, un psammite gris brun est pétri de fossiles (*Cerithium Lujani*, *Pecten Dujardini*, *Cardium*, *Lima* voisine de la *L. Reichenbachi*, *Arcopagia*, Modiole, Trigonie, Huîtres, etc).

A l'ouest de la grande route, une série de buttes côniques qui s'étendent depuis La Grange et le Jardin de Saint-Julien vers Quilhanet et Bizanet, et dont les couches plongent à l'O., sont les *témoins* du grand développement du système arénacé qui vient se rattacher à la base de la colline de Saint-Martin et de celles du vallon de Fontfroide. Boutenac est situé au milieu de coteaux exclusivement composés de psammites gris, brunâtres, rougeâtres ou jaunâtres. Sous le village affleurent des marnes lie de vin, panachées de gris et de

jaune, et vers l'O. succèdent de nouveau les psammites gris ou très ferrugineux plongeant à l'E.-S.-E. Ceux-ci reposent, à moitié chemin de Villerouge, sur des calcaires gris bleuâtre, compactes, à Pentacrines, des calcaires magnésiens terreux et une dolomie grise nacrée, cristalline, également secondaire.

Toutes les couches crétacées qui constituent cette région du nord-est nous paraissent représenter les étages 2 et 3 de la région du sud ou des montagnes des Bains-de-Rennes à Soulatge, car nous n'y trouvons aucun fossile qui rappelle la faune des marnes bleues ni celle du quatrième étage, tandis que les rudistes sont ceux qui appartiennent aux deux divisions intermédiaires.

Les altitudes de ces grandes assises arénacées, toujours plus ou moins inclinées à l'E. ou au N.-O., sont d'ailleurs assez faibles. Ainsi la butte du château de Saint-Martin, qui en donne une coupe assez complète, n'atteint que 159 mètres. Son élévation au-dessus de la Vitarelle, sur la route qui passe au bas, est de 93 mètres. Le point le plus élevé des collines de Boutenac, au-dessus des Olieux est à 194 mètres.

Formation crétacée inférieure.

Les couches qui appartiennent à la formation crétacée inférieure de ce pays occupent presqu'à elles seules les portions orientale et méridionale de notre carte, constituant d'abord plus des deux tiers du massif de la Clape, puis quelques parties de la chaîne de Fontfroide, celles de Montpezat, de Perillous, le plan d'Opouls et de Fitou comme le rameau de Tautavel. Elles forment au sud la chaîne de Saint-Antoine-de-Galamus avec toutes ses ramifications, celle de Lesquerde et d'Ayguebonne avec ses prolongements à l'ouest autour de Quillan, d'Axat, de Bellesta, etc. Nous avons rangé ces couches dans deux étages représentés chacun par une teinte particulière.

Nous avions d'abord rapporté le premier aux calcaires à Caprotines de la Provence, et le second à l'étage néocomien inférieur du même pays, mais si ces rapprochements nous laissent encore quelque incertitude à cause des fossiles, sujet que nous aurons occasion de traiter avec toute l'attention qu'il mérite, la séparation de ces deux étages, dans le pays que nous décrivons, et bien au delà, dans les départements de l'Ariége et de la Haute-Garonne, est on ne peut mieux justifiée.

La constance des caractères pétrographiques propres à chacun d'eux est un des faits les plus frappants de la géologie de cette contrée. Cette circonstance, jointe à leur discordance complète avec les assises crétacées supérieures, à leurs formes orographiques et à l'aspect qu'elles impriment aux paysages de ces montagnes, enfin à leur

développement progressif à mesure qu'on s'avance de l'E. à l'O., donne à leur étude un intérêt tout particulier. Nous désignerons l'un sous le nom de *calcaires compactes* ou *calcaires à Caprotines* (1), l'autre sous celui de *marnes et calcaires néocomiens*. Nous les décrirons simultanément en nous dirigeant de l'E. à l'O., et en commençant par le massif de la Clape.

Massif de la Clape. — Excepté sur son versant occidental, à partir d'une ligne tirée de la Ricardelle à Fleury, le massif montagneux de la Clape est exclusivement formé par ces deux étages. Les parties les plus élevées appartiennent aux calcaires compactes ou à Caprotines, les pentes et le fond des vallées aux assises de l'étage inférieur. Les premiers constituent une sorte de revêtement, de 18 à 20 mètres d'épaisseur, fendillé, coupé carrément, ou terminant la partie supérieure des vallées par des murailles verticales, quelquefois surplombantes. Ils ne forment ainsi qu'une vaste assise homogène de calcaire gris, plus ou moins foncé, d'un aspect très uniforme, et plongeant généralement à l'O.-N.-O.

L'étage inférieur présente trois assises ordinairement assez distinctes : l'une, qui succède immédiatement au précédent, comprend des calcaires très marneux, jaunes, peu solides, dont l'épaisseur ne dépasse pas 5 à 6 mètres (île de Saint-Martin, cimetière de Gruissan, col du Capitoul, Albigarou au sud, et Saint-Pierre-de-mer au nord, et renferme particulièrement : *Salenia prestensis*, *Echinospatagus Leymerianus*, *E.* voisin du *cordiformis*, *Panopœa Prevosti*, *Corbis cordiformis*, *Terebratula sella*, var. *lata*, *Pliculata placunœa*; l'autre, d'environ 50 mètres, est composée de calcaires gris, schistoïdes ou se délitant en plaquettes, assez durs, remplis d'*Orbitolina conoidea*. Enfin l'assise inférieure, d'une puissance à peu près égale, est formée de marnes grises, schistoïdes, avec de nombreux lits subordonnés de nodules endurcis, d'un calcaire marneux très tenace, gris, plus ou moins foncé. Ces trois assises sont parfaitement concordantes entre elles et avec les calcaires compactes ou à Caprotines qui les surmontent. Par suite de l'inclinaison générale à l'O., elles forment à elles seules les collines qui longent la côte au nord de Gruissan (Eldepal, Quaintaine, Saint-Aubrès, etc.). Les fossiles les plus répandus dans l'assise inférieure sont : *Orbitolina conoidea*, *Echinospatagus Collegni*, de formes et de dimensions très variées, *Diplopodia*

(1) Nous conservons ce nom générique jusqu'à ce que les caractères des coquilles qu'il comprend, ayant été complétement étudiés, les vrais rapports de ces dernières aient pu être définitivement établis.

Malbosii, *Pholadomya elongata*, *Panopœa rostrata*, *P. Carteroni*, *Corbis cordiformis*, *Cardium Cottaldinum*, *Pecten Leymeriei*, *P. interstriatus*, *Trigonia carinata*, *Terebratula sella*, *T. biplicata*, var. *acuta* (*T. prælonga*), *T. Moutoniana*, *Plicatula placunœa*, *Nautilus Requinianus*. Les céphalopodes sont rares dans ces couches, mais outre l'abondance des radiaires échinides, on remarquera que les acéphales et les gastéropodes y atteignent des dimensions tout à fait exceptionnelles, entre autres l'*Exogyra sinuata* qui en est le fossile le plus caractéristique.

Les deux étages néocomiens conservent une identité parfaite dans leurs caractères sur tous les points de la Clape et des îles qui en dépendent ; mais, par suite de la différence des roches qui les composent et selon la région où on les observe, ils n'ont pas été partout affectés de la même manière par des dislocations ; ainsi la partie nord du massif a été beaucoup moins dérangée que la partie sud.

Les relations des dépôts tertiaires des portions ouest et nord-ouest montrent qu'ils ont été soulevés en même temps et par la même cause que les roches secondaires. Les failles principales, dirigées N.-N.-E., S.-S.-O., et d'autres moins étendues, sont postérieures à ces mêmes dépôts qui, nulle part en effet, n'ont pénétré dans les vallées qu'elles ont produites. Le bombement général du massif peut être contemporain de ces failles, et ces divers phénomènes sont ainsi postérieurs aux poudingues, aux marnes et aux calcaires de la mollasse redressés partout, et plongeant sous les dépôts quaternaires de la plaine de Narbonne.

La crête centrale de la Clape, dirigée N.-N.-E., S.-S.-O., et formée par les calcaires compactes, atteint sa plus grande altitude vers le milieu de l'axe, au Signal de la Pomarède (210 mètres) et à celui de Pech-Redon (215) ; elle s'abaisse ensuite au N.-E. et au S.-O. Ainsi le plateau de la Chapelle-des-Auzils est à 147 mètres seulement. Dans les collines de Gruissan et de l'île Saint-Martin, où l'inclinaison générale est inverse ou à l'E., les mêmes calcaires passent sous la mer, tandis qu'au nord ce sont les assises les plus basses du second étage qui bordent la côte.

Chaînes orientales. — Cette inclinaison sud-est des couches à partir des îles de Gruissan n'est pas un fait isolé, mais bien le commencement d'une disposition très générale qui, sur le prolongement de l'axe de la Clape, se continue au S.-O. jusqu'à l'extrémité méridionale de la crête de Tautavel. C'est par suite du pendage de tout le système au S.-E. ou vers la mer et de son relèvement au N.-O., qu'on voit sortir dans cette dernière direction, de dessous

les couches crétacées, les calcaires, les grès et les dolomies du lias, depuis les environs de Gléon et de Villesèque jusqu'à Donneuve et le château d'Aguilar près Tuchan.

Ainsi les calcaires compactes ou à Caprotines constituent le plateau de Montpezat qui, au-dessus de la métairie de Coumelouvière, atteint 417 mètres d'altitude, celui de Courtalneuf que traverse la route de Narbonne à Perpignan; ils couronnent au nord le cirque de Feuilla où ils s'élèvent à 529 mètres, et renferment deux assises de dolomies noires, cristallines et très fétides. Ils forment la crête transverse de Perillous, élevée de 708 mètres à son extrémité orientale, tout le nœud de montagnes du col de Ladat, d'où descendent, en s'abaissant au S.-O. et au S., les deux crêtes dentelées qui comprennent la vallée de Vingrau et de Tautavel, celle de l'ouest ne dépassant guère 260 mètres, tandis que celle de l'est conserve encore 495 mètres à son extrémité sud, au pied même de la tour de Tautavel.

Le plan d'Opouls et de Fitou, incliné vers la mer et la plaine de Rivesaltes, a éprouvé, à partir de ces crêtes, de nombreuses brisures qui ont fait affleurer l'étage inférieur au-dessus du château de Montpezat, autour de Roquefort, dans la partie nord du cirque de Feuilla, autour de Treilhes, des métairies de Saint-Thoin et de Gipières, dans la plaine d'Opouls, autour du château de Castel-Vieil, etc. Il affecte ici des teintes rougeâtres particulières, tandis que la faille qui a relevé le rocher du château d'Opouls a fait affleurer sur son pourtour les couches fossilifères de la Clape. Le noyau de la presqu'île de Leucate appartient aux calcaires compactes, souvent à l'état de dolomie noire, cristalline et fétide.

Chaînes méridionales. — Dans les vallées du Verdouble, de la Mauri, de l'Agly et de la Boulsanne, comme dans le bassin de Quillan et dans tous les affleurements situés au nord de la chaîne de Saint-Antoine-de-Galamus, l'étage inférieur se compose de schistes et de calcaires impurs, brunâtres ou noirâtres, dont l'aspect rappelle celui de roches fort anciennes, puis de grès subordonnés, bruns ou noirâtres. Il forme les premières collines basses à partir de Peyrestortes, au sud de Rivesaltes, et bientôt est recouvert, dans le chaînon de Notre-Dame-des-Pennes, par les calcaires gris foncé de l'étage supérieur qui s'abaissent vers Estagel. Près de cette ville, ceux-ci sont blancs, saccharoïdes, légèrement teintés de rose, avec des brèches de même couleur, et des calcaires gris bleuâtre, aussi cristallins. Les uns et les autres, employés comme marbre, plongent au S.-E. de 18 à 20 degrés.

L'uniformité des caractères et la grande épaisseur de ces deux étages se maintiennent dans tous les accidents orographiques qu'on observe

entre ce point et les montagnes de Quillan. La vallée de la Mauri (121 mètres), la ligne de partage qui la sépare de l'Agly (267 mètres), la vallée de Saint-Paul, la belle plaine ondulée de Caudiès (328 mètres), si heureusement encadrée par les crêtes calcaires, dentelées de Saint-Antoine (900 à 1015 mètres) et d'Ayguebonne (530 à 703 mètres) accusent partout la présence de l'étage inférieur par la teinte noire du sol dépourvu de dépôts quaternaires, par les affleurements des schistes foncés et des calcaires subordonnés, comme par les formes toujours mollement arrondies des coteaux.

Au sud de la chaîne de Lesquerde, les couches crétacées reposent sur le granite ou sur le terrain de transition. Au nord, les rides parallèles de Saint-Antoine sont encore formées de calcaires à Caprotines qui deviennent dolomitiques dans le massif imposant du pic de Bugarach (1231 mètres) comme sur d'autres points, et sont séparées par les pentes adoucies des roches noires de l'étage inférieur. La plus septentrionale de ces rides domine le vallon des sources salées de Sougraigne qui s'échappent de la base des marnes où se trouve subordonné du gypse blanc, rouge et gris verdâtre, accompagné d'argiles de teintes également variées, et probablement aussi de sel. M. Vène a donné en 1834 des détails intéressants sur cette localité, et l'on retrouve facilement les couches indiquées dans sa coupe, mais leurs rapports stratigraphiques diffèrent un peu de ceux que nous avons observés.

Ce que nous avons dit ailleurs de l'orographie des environs de Quillan, suffit pour en faire comprendre actuellement la composition géologique. Fermé au sud-ouest et au nord par des montagnes de calcaires compactes, qui atteignent 1145, 1286 et 1294 mètres dans la première direction, et 680 seulement dans la seconde, tout l'intérieur du bassin et son côté oriental, même le roc de Bitrague, appartiennent exclusivement à l'étage néocomien, caractérisé toujours par l'*Exogyra sinuata*. Au sud des gorges de Pierre-Lis jusqu'à Axat, et même au delà, ce sont des alternances des deux étages dont les couches, coupées à angle droit par la vallée de l'Aude, constituent le sol si accidenté de ce pays.

Dans toute cette longue suite de rides calcaires parallèles, allongées de l'E. à l'O. comme d'immenses murailles en partie démantelées, séparées par des dépressions à fond plus ou moins ondulé, depuis les environs d'Estagel jusqu'à Bellesta, Foix et au delà, le pendage est généralement au S. ou vers la chaîne des Pyrénées, sous des angles variant de 50° à 90°. Dans l'étage inférieur, qui seul occupe les dépressions, on observe des plissements assez fréquents et des plongements en sens inverse.

Résumé. — Les deux étages crétacés inférieurs, étudiés de l'extrémité septentrionale de la Clape aux montagnes de Quillan et de Bellesta, sur un développement d'environ 35 lieues, sont donc restés toujours parfaitement distincts l'un de l'autre, comme aussi des étages supérieurs. Mais leur puissance et leurs caractères minéralogiques éprouvent des modifications notables lorsqu'on s'avance du N.-E. au S.-O., puis à l'O. D'une épaisseur totale d'à peine 200 mètres dans la Clape, ils en atteignent près de 2000 autour de Quillan, et cette épaisseur augmente dans le même rapport pour les deux étages. A peine inclinés et légèrement soulevés dans le premier massif, ils sont redressés jusqu'à la verticale dans le second, où des pics s'élèvent à 1294 mètres d'altitude, là où l'étage inférieur affecte presque toujours l'aspect de roches fort anciennes. Dans la Clape l'inclinaison générale est au N.-O.; à partir des îles de Gruissan elle passe au S.-E. jusqu'à Tautavel, puis, d'Estagel à Bellesta, elle est généralement au S.

Il résulte de cette disposition que ces étages inférieurs ont été amenés dans leur position actuelle avant le dépôt des couches crétacées supérieures des montagnes des Bains-de Rennes à Soulatge. Ceux-ci ont été soulevés avec le massif de transition, dans la même direction et avec une inclinaison également au S., mais infiniment moins prononcée que celle des précédents, aussi aucun dépôt crétacé récent ni tertiaire ne s'observe-t-il au sud de la chaîne de Saint-Antoine, et la vallée qui s'étend d'Estagel au pied du col de Saint-Louis, comme celles de la Boulsanne et de Quillan, a dû être émergée pendant la seconde période crétacée et pendant toute l'époque tertiaire. Enfin la vallée de Caudiès n'a pas même reçu de dépôt quaternaire.

FORMATION JURASSIQUE.

Nous avons dit (1) que les seuls représentants certains que nous connaissions de la formation jurassique dans l'étendue de notre Carte, appartenaient à l'étage supérieur du lias et à quelques parties du second. Il est probable que les grandes assises de dolomie et de gypses qui règnent ordinairement au-dessous des couches fossilifères appartiennent à ce dernier. Nous avons publié déjà des détails assez étendus sur ce que nous avions observé jusqu'en 1855, il ne nous reste donc qu'à ajouter ici les principaux faits que nous avons reconnus depuis.

---

(1) *Soc. philomatique*, 15 juillet 1855. — L'*Institut*, 12 sept. 1855. — *Histoire des progrès de la géologie*, vol. VI, p. 524 et suiv., 1856.

La présence d'un lit caractérisé par la *Terebratula tetraedra* dans les calcaires noirs d'une carrière ouverte sur le bord de la route, avant le village de Montredon, à l'ouest de Narbonne, jointe aux fossiles que nous avons indiqués au sud-ouest de ce point, et à ceux que M. Noguès nous a signalés depuis Lastouret jusqu'à Lambert, aux métairies de Treilles, de Saint-Hippolyte, etc., sur la pente orientale de la chaîne de Fontfroide, nous a engagé à colorier, comme appartenant au lias, toutes les collines de calcaire secondaire situées au nord de la route de Lézignan, et celles que traverse la route de la Grasse jusqu'à Aussiere, s'étendant au nord-ouest vers Saint-Amand, et au sud-est jusqu'à la bande de Lastouret dont nous venons de parler.

Nous avons observé un lambeau de lias sur le chemin de Portel, à 150 mètres de la route de Narbonne, à la hauteur de la métairie de Fonloubi. Ce lambeau, de 150 mètres de large sur 250 environ de long, est complétement entouré par la mollasse et composé de marnes noires renfermant des bancs de calcaire gris, bleuâtre ou noirâtre, très dur, subcompacte. Les nombreux fossiles qu'on y trouve sont les mêmes que ceux que nous avons indiqués aux environs de Tuchan (1).

Les marnes noires et les grès ferrugineux de la vallée de la Murelle, au sud de Sigean, couches que surmontent les calcaires marneux avec fossiles néocomiens, autour de Rochefort, et à la descente de Montpezat, ne nous ayant présenté aucune trace de fossiles du lias, soit dans le fond de la vallée même, soit sur ses flancs, sur le pourtour de la butte de Saint-Martin, non plus qu'à l'extrémité nord de la dépression où elles sont coupées par la route à Fontcouverte, près de la Nouvelle, nous avons cru devoir les colorier comme faisant partie de l'étage crétacé inférieur de ce pays.

Dans la description sommaire que nous avons donnée du cirque de soulèvement de Feuilla (2), nous avons montré les assises du lias avec Bélemnites, *Ammonites bifrons*, *Pecten æquivalvis*, *Terebratula punctata*, *Gryphæa Maccullochii* (Sow. in Gold.), surmontées de toute la série crétacée inférieure, et reposant sur de puissantes assises de calcaires gris rosâtre ou jaunâtre, marneux, en partie celluleux et cloisonnés, de calcaires ferrugineux rouges, très durs, en plaquettes, de calcaires jaunes et sur un grès grossier, friable, un peu feldspa-

---

(1) *Hist. des progrès de la géologie*, vol. VI, p. 533.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, vol. XLIII, p. 225, 28 juillet 1856.

thique, plongeant, comme tout ce qui est au-dessus, de 40° au N., et recouvrant les schistes palæozoïques.

Ces représentants du lias occupent ensuite le fond de la vallée et les pentes inférieures des montagnes qui environnent la métairie d'Ortoux, en se rattachant au lias de la vallée de Saint-Jean-de-Barrou, de Fraisse, de Durban, etc. D'après les notes que nous devons à M. Noguès, on peut les suivre encore au sud, d'une manière continue, jusqu'à Embrès, la Nouvelle, Donneuve et le château d'Aguilard à l'est de Tuchan. Suivant le même observateur, on doit y rapporter les calcaires magnésiens et les gypses de la base du Mont-Tauch du côté de Tuchan.

Nous avons indiqué l'existence du lias à l'est et à l'ouest de Fontjoncouze, mais ces affleurements paraissent faire partie d'un massif plus considérable, qui s'étendrait au sud et au sud-ouest, dans la direction d'Albas. Ainsi, d'une part, nous avons été conduits à donner au lias une surface continue beaucoup plus considérable que sur les cartes qui ont précédé la nôtre, et de l'autre nous avons cru devoir supprimer l'indication de petits lambeaux disséminés à de grandes distances les uns des autres, et dont l'existence ne nous paraissait encore nullement démontrée (1).

Les altitudes du lias sont en général très faibles, comme on pouvait le prévoir d'après l'explication que nous avons donnée de ses principaux affleurements. La plus prononcée, si toutefois ce point en fait réellement partie, serait le col de la Nouvelle qui est à 404 mètres; au sud-ouest de Fontjoncouze la cote 315 paraît être sur le lias. Les collines de Montredon à Quilhanet ne dépassent pas 130 mètres.

TERRAIN DE TRANSITION.

FORMATION HOUILLÈRE.

Un grès rouge qui des environs du Tuchan paraît s'étendre au nord et recouvrir le petit bassin houiller de Ségur à Quintillan, nous est signalé par M. Noguès, comme appartenant à la formation houillère et non au trias, et encore moins à la craie. Ce bassin et celui de Durban, dans lequel ce grès s'étend aussi, ont été décrits en 1839 par M. A. Paillette, et les détails qu'a donnés ce géologue ont été

(1) Depuis notre communication à la Société, M. E. Dumortier a bien voulu nous envoyer des fossiles qu'il avait recueillis en place, le printemps dernier, au col de Carbous, à trois quarts d'heure de marche au sud de Padern, et qui prouvent la présence sur ce point de couches du lias identiqnes à celles d'Aguilar, de Donneuve, etc.

reproduits en 1841, avec de nouvelles observations, par Dufrénoy. Nous n'avons rien à ajouter ici sur ce sujet, d'autant plus que M. Noguès se propose de l'étudier de nouveau et de donner une description plus complète de ces dépôts (1).

FORMATION DÉVONIENNE.

Nous rapportons à ce troisième système palæozoïque tout le massif de transition de Monthoumet, qui s'étend de l'E. à l'O., depuis les environs d'Embrès et de Durban jusqu'à Alet, et aux Bains-de-Rennes. Sa longueur est de 12 lieues, et sa largeur, assez constante, de 2 lieues et demie à 3. Il n'y a point d'axe régulier; les couches, généralement dirigées dans le sens de sa longueur, sont très tourmentées, et ses plus grandes altitudes sont sur sa limite méridionale, 564 mètres au nord-ouest de Montferran, 992 au nord de la Bernousse. Ces deux points touchent presqu'à la craie. Les cotes 874 et 879 dans la partie nord de la montagne du Tauch paraissent être sur le terrain de transition, mais la cote 942 au Pech-del-Fraisse, vers le milieu de sa longueur, serait sur la couche à *Orbitolites* de la craie inférieure? Dans la partie nord-ouest, au-dessus de Montjoy, le terrain ancien atteint encore 721 mètres, puis 661 à l'est de Vilardebelle, et 723 plus à l'ouest, entre Pechemigé et les Alloues.

Les roches qui le composent sont des schistes noirâtres ou grisâtres, des calcaires schistoïdes, des bancs calcaires subordonnés, compactes, gris bleuâtre, et surtout des roches amygdalines ou réticulées, composées de nodules calcaires brun rougeâtre, déprimés ou allongés, entourés d'un schiste argileux plus ou moins solide. Ces roches, en bancs puissants subordonnés aux schistes, rappellent parfaitement la structure et la texture des marbres amygdalins de la vallée de Campan comme des *griottes* de Caunes dans la Montagne-Noire, mais nous n'avons point observé de traces de Clyménies dans les nodules calcaires. Les fossiles que nous avons rencontrés sont des moules informes de coquilles céphalopodes assez grandes, mais indéterminables, dans les calcaires gris bleuâtre, schistoïdes, exploités sur le bord de la rivière, le long de la route de Villeneuve à Tuchan, un peu avant la ligne de partage des bassins de la Berre et du Verdouble.

On a vu que le soulèvement du Mont-Alaric avait fait affleurer les roches palæozoïques à la partie orientale de cette montagne. Tallavi-

---

(1) Une première note sur la formation houillère de Ségur et de Durban a été communiquée à la Société géologique, dans la séance du 15 juin 1857.

gnes en avait signalé un second affleurement à Pellat, un peu au sud de ce point. En décrivant le cirque de Feuillà, nous avons montré les schistes satinés et les grès paléozoïques supportant les assises les plus basses du lias et s'appuyant sur l'îlot de roches dioritiques du fond de la vallée. Ce cirque n'offre point à l'œil une symétrie aussi parfaite que celui de Gaubert (Basses-Alpes); il ne présente point le développement grandiose du cirque de la Bérarde (Hautes-Alpes), mais il a beaucoup d'analogie avec celui de Sombernon (Côte-d'Or), seulement les terrains qui en constituent les parois sont plus nombreux, ses bords sont plus escarpés et son intérieur plus accidenté; ses teintes sont plus variées et plus prononcées, ses formes et son aspect général plus âpres et plus sauvages.

GRANITES.

Les roches granitiques qui bordent la partie méridionale de notre Carte supportent çà et là des lambeaux de calcaires crétacés, plus ou moins modifiés par leur contact. Leurs caractères, leurs relations et leur influence ont été observés et décrits par Dufrénoy, par MM. Paillette, Rozet et Durocher. Ce dernier a tracé les limites de ces effets et donné des coupes détaillées exactes, et nos recherches au sud, de Saint-Paul et de Caudiès, n'ont rien ajouté à ce qu'avaient vu nos savants prédécesseurs.

ROCHES IGNÉES.

Nous dirons quelques mots des roches ignées ou pyrogènes et des circonstances de leur gisement. Ces roches, désignées collectivement sous le nom d'*ophite*, par Palassou, nom qui a été adopté sans plus d'examen par les personnes qui en ont parlé depuis, d'abord ne sont point à proprement parler des *ophites* ou des *porphyres verts antiques*, dans le sens que M. Cordier et Alex. Brongniart ont attaché à cette expression, ensuite elles diffèrent trop souvent les unes des autres pour qu'on puisse les désigner à la fois sous un nom collectif commun et spécifique. De plus, leurs gisements variés et leur distribution tendent à prouver, comme leur composition, qu'elles ne sont pas toutes contemporaines; enfin, rien ne démontre, comme on l'a dit, que leur apparition date de la dernière période tertiaire.

Les 15 ou 16 gisements de roches ignées que nous connaissons dans la région étudiée, sont compris dans un triangle dont les sommets seraient Montredon au nord, N. D. de Faste à l'ouest et Fitou à l'est. Dans cet espace, aucune roche pyrogène ne s'est fait jour à travers le terrain tertiaire. Nulle part nous n'en avons vu en contact avec ses dépôts, non plus que dans les parties élevées du terrain

secondaire. C'est sur les flancs des montagnes ou au fond des vallées qu'on les observe le plus ordinairement. Les gisements de Lambert, de la Quille, de Fraisenelle, de la Plâtrière et de Sainte-Eugénie, sur le versant oriental de la chaîne de Fontfroide, sont dans les couches crétacées inférieures ou dans celles du lias. Ceux de Fontjoncouze, de Villesèque et de Durban dans le lias même; ceux de Roquefort, de Castellemaure, de Fitou, dans les couches crétacées inférieures; celui de Feuilla dans le terrain de transition, ou du moins il l'a soulevé en même temps que les roches secondaires; enfin ceux de Ségur sont dans le terrain houiller.

Les gisements du versant oriental de la chaîne de Fontfroide, qu'a décrits M. Tournal, sont accompagnés de gypses anormaux, c'est-à-dire de gypses et de marnes gypseuses vertes, grises, rouges, etc., le tout non stratifié et n'affectant aucun ordre apparent, relativement aux couches sédimentaires environnantes dans lesquelles les roches sont enclavées. Il en est de même des gisements de Villesèque, de Durban et de Fitou. Dans les autres, le gypse ne se montre pas comme résultat d'un phénomène concomitant Cependant on ne peut guère douter que là où il existe, il ne soit le produit d'une cause en rapport avec la présence des roches ignées. Mais nous ne pensons pas qu'il en soit de même des grandes assises de dolomies statifiées régulièrement, crétacées ou liasiques, les unes grises ou noires, cristallines, toujours fétides, subordonnées aux calcaires à Caprotines, ou bien constituant tout l'étage sur une épaisseur de 500 à 600 mètres (pic de Bugarach), les autres grises ou jaunâtres, terreuses ou compactes et plus ou moins celluleuses.

Les caractères minéralogiques de ces roches pyrogènes sont très variés. A la Plâtrière, au sud-ouest de Narbonne, où le gypse accompagne les produits ignés, on trouve une roche dioritique vert clair, à grain très fin, une autre gris verdâtre, une amygdaloïde de même teinte à globules nombreux, compactes, d'un vert foncé avec des grains de quartz hyalin, une amygdaloïde ferrugineuse, brun rougeâtre. De nombreux cristaux de quartz bipyramidaux rougeâtres sont disséminés dans les argiles, et le tout a surgi au milieu des strates secondaires.

A l'onest de Fontjoncouze les calcaires compactes sont traversés par un filon d'une roche vert pistache uniforme, grenue, à cassure terreuse, composée d'une substance vert jaunâtre à cassure esquileuse, à éclat gras, et d'une autre vert olive plus foncé à cassure céroïde. Un gisement semblable se voit au fond d'un vallon au sud-est du village. Dans les mamelons volcaniques de Villesèque, qui s'élèvent comme des cônes parasites au milieu d'un cratère, ce sont des amyg-

daloïdes brunâtres ou roches sédimentaires profondément altérées, sortes de rauchwackes à cassure terreuse, enveloppant une multitude de globules sphériques de carbonate de chaux, blancs ou jaunes, ferrifères, recouverts d'un enduit bleu turquoise. D'autres, à pâte d'un rouge brun, ou gris violacé, légèrement effervescentes, des roches dioritiques verdâtres à cassure terreuse, des masses scoriacées, brun rouge, ou des calcaires marneux, profondément altérés, etc., s'observent encore autour de ces centres d'éruption.

Au fond du cirque de Feuilla, c'est un diorite granitoïde, vert foncé, à grain fin, à cassure terreuse, dont la substance principale, qui paraît être l'amphibole, s'altère facilement ; le feldspath serait lui-même coloré par ce minéral, ce qui donne à la roche sa teinte uniforme. La roche de Fitou gris blanchâtre, d'un aspect tout à fait granitoïde, est, pour M. Delesse qui a bien voulu l'étudier, une curite contenant beaucoup d'oligoclase quelquefois disposé en étoiles, à éclat un peu gras, d'une teinte grisâtre, se rubéfiant par l'altération, puis de l'orthose, du quartz blanc jaunâtre, du mica noir foncé et quelques grains de fer oxydulé.

Enfin, au milieu et sur les bords du bassin houiller de Ségur se sont, suivant M. Paillette, un porphyre gris clair ou blanc sale, à base de feldspath compacte, avec de petits cristaux de quartz et d'amphibole, se désagrégeant facilement et produisant une argylophyre. Au château de Ségur la roche est compacte, blanche ou gris rougeâtre. Par leur action sur les couches sédimentaires qui accompagnent la houille, les porphyres ont aussi donné lieu à des amygdaloïdes.

Quelles raisons aurait-on de penser que des roches aussi différentes minéralogiquement, dont les circonstances de gisement sont si variées, qui ont produit sur les couches qu'elles ont traversées des effets si compliqués dans certains cas, nuls dans d'autres, et cela à de très petites distances, qui ne se coordonnent à aucune ligne de fracture générale, que de telles roches, disons-nous, soient réellement contemporaines et appartiennent à la dernière période tertiaire plutôt qu'à toute autre? Sans doute, nous avons la preuve que des roches ignées ont dérangé des dépôts très récents sur d'autres points du versant nord des Pyrénées, comme nous l'avons dit nous-même, mais leur synchronisme avec celles-ci ne nous semble pas mieux justifié que le nom d'ophite sous lequel on les a toutes désignées.

Sources minérales et thermales.

Les sources thermales ferrugineuses de la vallée de l'Aude, depuis celles d'Alet et de Campagne jusqu'à celles de Ginols dans le bassin

de Quillan, comme celles des Bains de-Rennes, dans la petite vallée de la Sals, sont en rapport avec des dislocations ou des failles dans les roches secondaires ou tertiaires inférieures, et semblent en être une conséquence. La source du Pont-de-la-Fou, près de Saint-Paul de Fenouillet, est dans le même cas. On a vu quelle était la position des sources salées de Sougraigne, et celle qui paraît avoir existé près de Salces, au nord de Perpignan, provenait sans doute d'un gisement analogue sous les calcaires à Caprotines des collines environnantes.

Lignes de dislocation ou de soulèvement.

On pourrait sans doute imaginer, dans la région que nous venons de décrire, un grand nombre de soulèvements distincts, caractérisés par des directions différentes, si l'on prenait pour tels toutes les petites inflexions locales qui affectent les diverses parties d'une chaîne, toutes les failles accidentelles qu'on observe à chaque pas. Pour nous, nous voyons deux directions principales nettement accusées, suivant lesquelles les phénomènes se sont produits à des époques différentes ou à diverses reprises et sur des lignes parallèles. Ces directions sont N.-E., S.-O., dans la partie orientale de notre Carte, et E. 5 à 6° S., O. 5 à 6° N. dans toute la partie méridionale et centrale. On peut remarquer ensuite deux directions secondaires.

Les massifs de la Clape et de Fontfroide formaient déjà des reliefs alignés suivant la première de ces directions, pendant les dépôts lacustres du bassin de Narbonne et de Sigean dont ils marquaient les bords ; mais plus tard ils ont été surélevés suivant le même axe, de manière à redresser aussi les couches d'eau douce sur leurs pentes. Ce fut lors de ce dernier mouvement que les assises, jusque-là continues de la Clape, furent brisées et prirent la disposition que nous leur voyons aujourd'hui. Le plongement général se prononça au N.-O., tandis qu'à partir des îles de Gruissan jusqu'à l'extrémité du rameau de Tautavel le mouvement de charnière dut s'exécuter en sens inverse. Les phénomènes de même ordre qui se sont produits plus tard, c'est-à-dire l'émersion des dépôts tertiaires moyens et ceux qui ont concouru à la distribution d'autres plus récents, semblent s'être effectués suivant la même direction, quoique le grand axe moyen de la dépression, comprise entre les deux chaînes et qui embrasse la plaine de Narbonne et l'étang de Bages, soit plutôt dirigé N. 20° E. à S. 20° O. Au sud-ouest, sur l'alignement de la Clape, nous trouvons le poudingue tertiaire du bassin de Tuchan relevé sur les pentes des calcaires compactes à Caprotines, absolument de

la même manière que les calcaires marneux lacustres, sur le versant nord-ouest de la Clape.

La direction du massif paléozoïque de Monthoumet est sensiblement E., O., et ses limites nord et sud sont parallèles à l'axe de figure. Un plan passant par ses points les plus élevés inclinerait très faiblement au N. Le soulèvement de cette masse est sans doute le plus ancien de la région des Corbières, et les dépôts houillers ont pu se former ensuite vers l'est dans quelques-unes de ses dépressions.

L'accident le plus important que nous observons ensuite dans l'ordre des temps est certainement celui qui a eu lieu après le dépôt et la consolidation des calcaires compactes ou à Caprotines. C'est celui qui a imprimé à toute la région inférieure des Pyrénées, depuis Estagel jusqu'à Foix et au delà, ses formes orographiques les plus remarquables et les mieux accusées. C'est alors que se sont produites ces rides ou crêtes dentelées, parallèles, courant généralement de l'E. quelques degrés S., à l'O. quelques degrés N. Dans l'étendue de notre Carte, elles s'élèvent d'autant plus qu'on s'avance davantage de l'E. à l'O.

Après ce soulèvement se déposèrent, au sud et au nord-est du massif paléozoïque, les roches crétacées supérieures, dans deux petits bassins dont nous ne pouvons aujourd'hui retrouver ni même soupçonner les points de communication. Leurs différences pétrographiques et paléontologiques nous prouvent en effet que, s'ils sont en partie contemporains, leurs sédiments se sont déposés dans des circonstances bien différentes. L'épaisseur des roches arénacées de l'un et la variété des faunes successives de l'autre prouvent néanmoins qu'ils nous représentent un laps de temps énorme.

Les couches crétacées supérieures du sud ont été redressées parallèlement à l'axe du massif paléozoïque contre lequel elles s'appuient directement, et sans doute par un mouvement de surélévation auquel ce dernier a été soumis. L'inclinaison des assises secondaires au S. ou au S.-O. est d'autant plus faible et leur niveau absolu d'autant moindre qu'elles s'approchent davantage des rides crétacées inférieures contre lesquelles elles semblent venir buter. Suivant toute probabilité, ce soulèvement, parallèle aux deux précédents, est de beaucoup postérieur à la fin de la période crétacée.

En effet, les grès tertiaires d'Alet, qui surmontent d'une manière concordante les marnes bleues de la craie, en ont partagé toutes les dislocations, au sud du massif de transition, et nous avons vu qu'au nord de celui-ci le groupe nummulitique qui reposait directement dessus avait été sensiblement redressé dans la même direction. Nous

avons vu aussi que la mollasse de Limoux avait dû participer au même mouvement, par suite du plongement général de tout le système, au N., avec une inclinaison d'autant moindre qu'on s'éloignait davantage des schistes paléozoïques, disposition semblable à celle des couches crétacées supérieures du sud. Il en résulte donc que le soulèvement de ces dernières ne date que de la fin de la période tertiaire inférieure ou du dépôt des grès de Carcassonne. Ainsi, à trois époques fort éloignées les unes des autres, des soulèvements se sont produits dans cette région suivant une même direction.

Quoique l'axe du Mont-Alaric soit dirigé O. 15° à 18° N., les relations de la mollasse d'eau douce sur le pourtour de cette montagne nous portent à regarder la formation de sa voûte comme contemporaine de ce dernier soulèvement.

Entre la vallée du Rabe et le versant occidental de la chaîne de Fontfroide, on remarque des rides alignées N. 25° O. à S. 25° E., et plongeant à l'O.-S.-O., depuis la montagne ou l'Ermitage de Saint-Victor jusqu'à Thézan. Elles se continuent au delà par les calcaires bleus et les dolomies qui affleurent au-dessous des psammites de Boutenac. Dans cette dernière partie, le plongement est inverse ou à l'E.-N.-E.; c'est celui que montrent aussi les couches arénacées de la colline de Saint-Martin et celles qui longent la chaîne de Fontfroide, tandis qu'au nord-ouest de la route, dans les monticules de la Grange, de Saint-Julien, de Quilhanet et de Bizanet, une inclinaison à l'O. un peu N. indique une dislocation distincte de la précédente et postérieure au groupe d'Alet comme au groupe nummulitique. En effet, le relèvement des strates, qui depuis l'Ermitage jusqu'à Thézan appartiennent au premier, s'est fait sentir sur les bords du Rabe qui dépendent du second. La vallée de dislocation que parcourt cette rivière est exactement parallèle à la ligne tirée du Saint-Victor à la Bergerie à l'ouest de Boutenac. L'âge plus précis de ce mouvement ne peut encore être déterminé avec les données que nous possédons. Il est possible que celui qui a soulevé le Mont-Tauch et tracé la ligne de partage des eaux qui s'étend ensuite au N.-O., de même que celui à qui les poudingues des plateaux de la Camp et de la Malpère doivent leurs altitudes actuelles, n'en soient que des corollaires.

Quant aux mouvements qui ont accidenté les montagnes des environs de la Grasse, ils se seraient produits dans une direction presque perpendiculaire à la précédente, ou E.-N.-E., O.-S.-O. C'est au moins celle des principaux massifs du groupe d'Alet et des vallées qui les bordent. Nous retrouverons cette direction nettement

accusée dans deux accidents remarquables au delà du massif de Monthoumet : les crêtes redressées des couches d'Alet entre Campagne et Serres, et la voûte de la Ferrière à Sougraigne.

La chronologie de ces divers phénomènes ne nous est donc pas révélée d'une manière suffisante par l'examen des couches qu'ils ont accidentées, et nous ne trouvons que les deux soulèvements parallèles de la partie orientale de notre carte, et les trois également parallèles du sud et du centre, dont les rapports stratigraphiques puissent nous éclairer. En résumé, nous trouvons sept séries de dislocations ou de soulèvement qui viennent se ranger dans quatre directions.

Nous devons mentionner encore les dislocations plus locales produites par l'apparition des roches ignées, et sur l'âge desquelles nous n'avons aucune donnée précise, puisque ces roches ont surgi à travers les dépôts de transition, à deux reprises, et, successivement, à ce qu'il semble, à travers les couches jurassiques et crétacées inférieures, sans que nous apercevions bien positivement leur contact avec les roches crétacées supérieures et tertiaires.

Les bassins hydrographiques compris dans l'étendue de notre Carte ne se coordonnent point en général aux accidents dont nous venons de parler, et les rivières principales coulent dans des fentes plus ou moins profondes, perpendiculaires à la direction des couches ; telles sont l'Aude, d'Axat à Carcassonne, la Sals depuis sa source jusqu'à sa jonction avec la Rialsesse, l'Agly depuis son origine jusqu'à Estagel, la Berre, de Quintillan à Portel, le Verdouble, l'Orbieu dans la plus grande partie de son cours, etc.

REMARQUES GÉNÉRALES.

Nous terminerons cet exposé des principaux résultats de notre travail, en faisant observer qu'un caractère commun à la plupart des dépôts dont nous avons parlé est la présence de poudingues solides ou incohérents. Ainsi ces roches constituent presque à elles seules le terrain quaternaire de la vallée de l'Aude et de la plaine de Narbonne ; on en remarque à la partie supérieure de la mollasse et à divers niveaux dans l'épaisseur de ce groupe, ainsi qu'à la base des calcaires marneux, lacustres ; elles prennent surtout une puissance énorme au nord du massif de Monthoumet, de Saint-Martin et de Saint-Pierre à Durfort, puis sur les plateaux élevés de la Camp et de la Malpère. Elles sont très développées dans le premier étage nummulitique au nord du Mont-Alaric et sur d'autres points.

Les poudingues sont un des éléments importants du groupe

d'Alet; ils apparaissent dans la formation crétacée au-dessus du second niveau de rudistes, et surtout au milieu des psammites et des grès de la région supérieure du nord-est, du Jardin-de-Saint-Julien à Quilhanet, etc. L'étage des calcaires compactes à Caprotines renferme souvent des brèches très puissantes.

Si maintenant on compare à ces dépôts tertiaires et secondaires ceux du même âge dans le sud-ouest, dans le centre et le nord de la France, en Belgique, en Angleterre, etc., on ne verra nulle part un développement aussi constant de roches clastiques. Cette circonstance que M. de Verneuil a aussi constatée sur presque tout le versant sud des Pyrénées, au-dessus des couches nummulitiques proprement dites (1), est parfaitement d'accord avec ce que nous apprennent les caractères stratigraphiques et la distribution irrégulière des roches sédimentaires des Corbières, savoir, la fréquence, à toutes les époques, de dislocations et de perturbations qui ont affecté le relief du pays et interrompu la succession régulière des phénomènes sédimentaires, telle qu'elle avait lieu dans les régions que nous venons de rappeler.

MM. Deshayes, Lartet, Hébert, Bayle, de Villeneuve et de Verneuil présentent quelques observations sur la communication précédente.

M. Hébert fait au nom de M. Piette la communication suivante :

Note sur le gîte des Clapes (*Moselle*), par M. Édouard Piette.

Lorsqu'on va de Viller-la-Chèvre à Tellancourt, on trouve à gauche, dans le premier vallon que l'on traverse, un grand nombre de coquilles éparses à la surface des champs labourés; c'est le gîte des Clapes, justement célèbre par la belle conservation de ses fossiles et par la nouveauté de leurs formes. Il est situé presque en face de la carrière du Pas-Bayard, à 100 mètres environ d'un petit aqueduc sur lequel passe la route.

Les fossiles des Clapes figurent dans presque toutes les collections; mais nul paléontologiste n'indique le terrain auquel ils appartiennent sans mettre ensuite un point de doute. Suivant les uns, c'est du *great-oolithe;* suivant les autres, c'est de l'oolithe inférieure, et

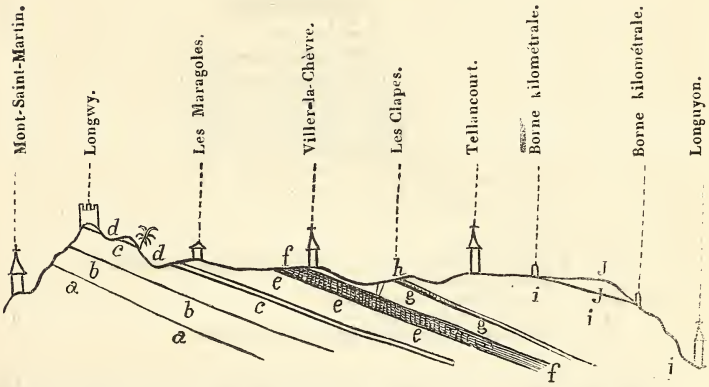
(1) *Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne*, par MM. de Verneuil et Collomb (*Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. X, p. 80-82, 1852).

personne ne sait à quoi s'en tenir. La faune ne peut pas jeter beaucoup de lumières sur la question ; elle tient à la fois de celle qui vécut à l'époque bajocienne et de celle qui peupla les mers bathoniennes. D'ailleurs, elle est presque tout entière indéterminée. Quand elle sera décrite, il n'est pas douteux que ce gîte ne devienne un des plus connus et des plus fréquentés par les collecteurs.

Il m'a paru nécessaire de déterminer d'une manière rigoureuse l'horizon où se trouvent les assises qui contiennent tant de fossiles nouveaux ; c'est dans ce but que je viens d'explorer les terrains qui s'étendent entre Longwy et Longuyon.

Voici la coupe que j'ai prise :

Coupe du mont Saint-Martin à Longuyon.

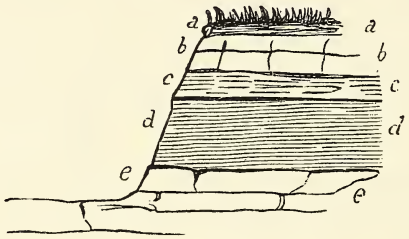


a Oolithe ferrugineuse et calcaire brun.
b Calcaire jaune de l'oolithe inférieure.
c Calcaire à polypiers.
d Marne à *Ostrea acuminata*.
e Calcaire jaune à *Ostrea acuminata*.
f Calcaire jaune et marne grise.
g Calcaire jaune.
h Marne durcie, oolithique et ferrugineuse, très coquillière, affleurant aux Clapes.
i Calcaire jaune et lumachelle à *Ostrea acuminata*.
j Marne grise ou blanche, reposant sur les calcaires jaunes, dont le dernier banc est usé par les flots.

L'oolithe ferrugineuse du mont Saint-Martin se rapporte, suivant les uns, à l'oolithe inférieure ; suivant les autres, au lias. Je n'ai pas assez étudié la question pour vouloir la trancher.

Les assises qui la recouvrent appartiennent incontestablement à l'oolithe inférieure. Le calcaire à polypiers qui vient ensuite a été déposé à la même époque que les assises auxquelles il est superposé ; cela est certain, quoiqu'au nord de Longwy son faciès rappelle celui de la grande oolithe.

Les marnes à *Ostrea acuminata* qui couronnent les glacis de Longwy, et que l'on voit affleurer auprès d'un arbre séculaire, à droite de la route qui va à Viller-la-Chèvre, sont évidemment la première assise du fuller's earth. Ces marnes sont peu épaisses ; elles contiennent parfois des bancs de Pholadomyes. Elles sont recouvertes par des calcaires jaunes à *Ostrea acuminata* qui appartiennent à la même formation, et dont l'aspect rappelle à s'y méprendre la pierre de Don. Ces calcaires alternent avec des marnes grises ou noires, quelquefois un peu sableuses, rarement coquillières; c'est encore du véritable fuller's earth. A l'est de Viller-la-Chèvre, contre le village, on trouve une carrière où l'on observe la superposition suivante :



a. — Terre végétale.
b. — 2 mètres de calcaire jaune, cristallin, oolithique, contenant des *Ostrea acuminata*
c. — 1 mètre de marne sableuse, grise.
d. — 3 mètres de marne feuilletée.
e. — 2 mètres de calcaire jaune, cristallin, oolithique.

L'eau des pluies, en tombant sur les calcaires de la couche *b*, les traverse, glisse sur la couche d'argile et s'y fraye une route souterraine. Il arrive souvent que les calcaires de l'assise *b*, manquant de point d'appui, s'effondrent et forment des entonnoirs. On peut observer un de ces entonnoirs à 200 ou 300 mètres des Clapes, au fond de la vallée, entre la route et le bois. Les parois en sont formées inférieurement par la marne noire, supérieurement par les bancs de pierre jaune. Les assises des Clapes affleurent un peu au-dessus de ces bancs ; elles appartiennent évidemment au même système : ce sont des calcaires très friables, oolithiques et ferrugineux, ou plutôt des marnes oolithiques légèrement durcies. Leur épaisseur ne dépasse pas 2 mètres ; elles disparaissent sous un puissant massif de calcaires jaunes analogues à ceux qu'elles recouvrent, mais contenant un nombre d'*Ostrea acuminata* beaucoup plus considérable. Certains bancs sont presque uniquement formés par ce fossile et passent à la lumachelle. Les *Ostrea acuminata* y sont intactes; elles sont toutes

posées à plat, dans le sens de la stratification ; elles paraissent avoir vécu et avoir été enfouies dans des mers d'une grande tranquillité. A peine la roche qui les contient renferme-t elle quelques oolithes très fines. Ces assises forment la colline sur laquelle est bâti Tellancourt. Leur puissance dépasse 50 mètres, et l'on est véritablement étonné lorsqu'on pense au nombre prodigieux d'*Ostrea acuminata* qui pullulaient dans les mers de cette époque.

Des marnes plastiques, grises ou blanches, recouvrent ces calcaires en stratification légèrement discordante. Partout, au point de contact, le dernier banc des calcaires porte la trace de l'action des flots ; il est criblé de trous de Pholades, et de nombreuses Huîtres se sont attachées à sa surface. On peut observer ce contact dans plusieurs marnières situées à gauche de la route de Tellancourt à Longuyon, entre la borne kilométrale placée à 12 kilomètres de Longwy et celle qui est située à 13 kilomètres de la même ville.

Le plateau qui couronne la hauteur au sud de Tellancourt est formé par ces marnes. On les quitte pour descendre dans la profonde vallée où se trouve Longuyon. On voit alors reparaître les calcaires jaunes sur lesquels elles reposent ; mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces calcaires, qui ont été déposés dans la pleine mer, ne présentent plus les mêmes caractères que ceux de Tellancourt qui sont probablement des dépôts de rivage. Ils ne contiennent qu'un petit nombre d'*Ostrea acuminata*, et l'on y voit quelques bancs siliceux.

Ainsi, il semble résulter de la coupe de Longwy à Longuyon que les calcaires jaunes à la base desquels sont intercalées les assises des Clapes appartiennent au fuller's earth. Ce n'est pourtant pas l'avis des géologues de la Moselle ; ils disent : Nous avons des couches marneuses à *Ostrea acuminata* qui représentent le fuller's earth. Au-dessus s'élèvent des assises oolithiques de calcaires jaunes qui nous paraissent bien évidemment de la grande oolithe ; elles sont recouvertes par des marnes blanches qui se rapportent au Bradford-clay. Si nos calcaires jaunes étaient du fuller's earth, il en résulterait que cette formation aurait dans nos régions un développement anormal ; il faudrait faire correspondre nos marnes blanches à la grande oolithe des Anglais, et, tandis que la terre à foulon des Anglais serait représentée dans notre département par des bancs de pierre, leur great-oolith y correspondrait à des couches marneuses ; ce serait prendre le contrepied de la vérité.

Ce raisonnement ne me paraît pas très concluant. Il est vrai que l'Angleterre et la France formaient à l'époque oolithique les côtes d'une même mer ; mais tandis que les flots déposaient du sable sur

un rivage, sur un autre, ils déposaient du limon; tandis qu'ils étaient saturés de calcaire dans certains parages, et qu'ils formaient en s'agitant des oolithes énormes, ailleurs ils restaient calmes et conservaient leur pureté. Rien n'est donc plus naturel que de trouver des assises de marne, de calcaire ou même de grès qui ont été formées à une même époque. Nul terrain n'est plus variable que celui de la grande oolithe, et, toutes les fois que la stratigraphie me démontrera d'une manière irréfutable qu'une couche marneuse correspond à une assise calcaire ou à un banc de grès, je n'hésiterai pas à les déclarer contemporains. Est-il donc si étonnant de trouver des calcaires et des marnes qui ont été déposés à la même époque sur des rivages voisins? Ne voyons-nous pas ce phénomène se produire tous les jours, sous nos yeux, dans toutes les mers de notre globe, et devons-nous être surpris si ce qui a lieu à l'époque actuelle avait déjà lieu aux époques antérieures?

J'ai suivi pas à pas, depuis Tellancourt jusque dans les Ardennes, l'affleurement des marnes que l'on appelle *Bradford-clay* dans la Moselle. Elles traversent le département de la Meuse sans changer de nature, mais, près des confins des Ardennes, elles passent aux calcaires blancs; elles correspondent donc à la graude oolithe des Ardennes et de l'Aisne, grande oolithe qui, par sa faune comme par le caractère de ses roches, représente identiquement celle de Minchinhampton.

J'ai suivi également l'affleurement des calcaires jaunes à la base desquels se trouvent intercalées les assises coquillières des Clapes. Je les ai vus se prolonger avec leur énorme développement à travers le département de la Meuse, où ils forment la butte de Montmédy, jusque dans le département des Ardennes, où ils sont exploités à Haraucourt, à Bulson et à Connage. Dans la Meuse et surtout dans les Ardennes, ils sont plus oolithiques que dans la Moselle. Les *Ostrea acuminata* qu'ils renferment sont plus brisées; elles sont même presque toujours réduites en fragments méconnaissables dans la partie occidentale des Ardennes et dans le département de l'Aisne, mais partout j'ai vu ces calcaires reposer sur de minces assises marneuses à *Ostrea acuminata;* partout je les ai vus recouverts par les marnes plastiques que l'on voudrait rapporter au Bradford-clay ou par les calcaires blancs, et toujours j'ai remarqué que la surface de leur dernier banc portait la trace de l'action des flots; toujours elle était recouverte d'Huîtres qui s'y étaient attachées après sa solidification, et criblée de trous de Pholades qui y avaient établi leur demeure. A leur base, j'ai retrouvé en divers endroits, aux environs de Montmédy, des espèces identiques avec celles des Clapes, pré-

sentant le même aspect, la même couleur jaune, la même fossilisation. Rien n'est donc mieux déterminé que l'horizon des calcaires jaunes dans lesquels sont intercalées les assises coquillières des Clapes. Pour les géologues de la Moselle, c'est du great oolith; M. Buvignier en a fait de l'oolithe inférieure dans la Meuse; dans les Ardennes, il les a rapportés tantôt à l'oolithe inférieure, tantôt au fuller's earth. Je pense qu'on peut les classer dans ce dernier terrain; mais quel que soit le nom qu'on leur donne, il faut se garder de les confondre avec la grande oolithe de Bulson, de Rumigny, d'Éparcy et de Minchinhampton; ils leur sont inférieurs.

Ce n'est pas que j'attache une grande importance aux subdivisions du terrain bathonien en fuller's earth, Stonesfield slate, great-oolith, Bradford-clay, forest-marble et cornbrash. Ces subdivisions, s'il est vrai qu'elles soient bonnes pour toutes les contrées de l'Angleterre, ne se retrouvent pas ordinairement sur d'autres rivages. Il y a une subdivision plus naturelle et plus générale pour le terrain de grande oolithe. Ce terrain présente trois groupes d'assises qui ont entre eux une certaine parenté, mais qui sont très distincts l'un de l'autre.

Au premier de ces groupes appartiennent les marnes à *Ostrea acuminata*, les assises coquillières des Clapes et les calcaires jaunes à *Ostrea acuminata*. Qu'on l'appelle fuller's earth, Stonesfield slate, terrain bathonien inférieur, premier sous-groupe de la grande oolithe, peu m'importe : je ne veux pas disputer sur les mots.

Au second sous-groupe se rapportent les marnes du Bradford-clay de la Moselle et de la Meuse, les calcaires blancs de Bulson, de Rumigny, du bois d'Éparcy, les calcaires à *Rhynchonella decorata* et à *Nerinea patella*, la grande oolithe de Minchinhampton. Qu'on lui donne le nom de Bradford-clay ou de forest-marble quand il est marneux, le nom de grande oolithe quand il est calcaire, peu m'importe. Pour moi, c'est le terrain bathonien ou le second sous-groupe de la grande oolithe.

Le troisième sous-groupe ou terrain bathonien supérieur est formé par des assises peu épaisses de calcaire marneux, grisâtre, très oolithique, que l'on désigne ordinairement sous le nom de cornbrash ou de calcaire marneux. Ce sous-groupe manque quelquefois, mais dans les pays où il est coquillier, il renferme une faune si nombreuse et si caractéristique que les géologues l'ont toujours distingué du précédent.

Afin d'éviter toute dispute de mots et de prévenir toute confusion, je crois devoir mettre en regard dans le tableau ci-contre les différentes subdivisions que présente le terrain bathonien dans les départements de l'Aisne, des Ardennes, de la Meuse et de la Moselle. On verra à

quel niveau se trouvent les Clapes, relativement à la grande oolithe des autres pays.

Après cette lecture, M. Hébert fait observer que les phénomènes d'érosion par les eaux et de perforation par les lithophages que présentent les assises à *Ostrea acuminata*, le long de l'Ardenne, ont été décrits par lui dans l'ouvrage intitulé : *Les mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris*, etc., page 31, et qu'il a signalé aussi l'existence du fullers' earth sous une épaisseur considérable à Montmédy (page 21 et *Coupe de Sainte-Menehould à l'Ardenne par Montmédy*).

Séance du 6 *avril* 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame Membres de la Société :

MM.

L'abbé Julien Bach, professeur d'histoire naturelle au collége Saint-Augustin, à Metz (Moselle) ; présenté par MM. le colonel B. de Lamothe et le docteur Désoudin.

Auguste Donckier, ingénieur des mines de la Société de Dolhaire, à Gué Limbourg (province de Liége) ; présenté par MM. Hébert et Damour.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de la justice, *Journal des savants*, mars 1857.

De la part de M. Pierre de Cessac, *Statistique minéralogique et géologique du département de la Creuse*, 1re part., in-8, 48 p., Guéret, 1852 ; chez Dugenest.

DÉPARTEMENTS DES ARDENNES ET DE L'AISNE.

		NATURE DES SÉDIMENTS.	LOCALITÉS.	FOSSILES CARACTÉRISTIQUES.
TERRAIN BATHONIEN SUPÉRIEUR, OU CORNBRASH.	Epaisseur du 3e sous-groupe : 20m.	Calcaire brun, peu oolithique, très dur. Calcaire gris, marneux, renfermant un nombre considérable d'oolithes miliaires mêlées à des fragments de coquilles. Marne ocreuse très coquillière. Calcaire marneux gris, très oolithique.	Éparcy. Bucilly. Leuse, Martigny. Aubenton. Rumigny. Maipas, Logny. La Fosse à Peau. Thin le Moutier. Jandun. Poix. Villers-s.-le-Mont. Villers-le-Tilleul. Chemery. Raucourt. Beaumont.	*Nerinea axonensis, Trochus inornatus, Pterocera camelus, P. cirrus, P. tridigitata, Cerithium insculpatum, C. conicum, C. multivolutum, Isocardia tenera, Limopsis oolithica, Arca rudis, Pecten vagans, Avicula braamburiensis, Ostrea costata, Rhynchonella Morierei, R. concinnoides, Terebratula obovata, T. coarctata, T. cardium, T. obsoleta, T. digona, Clypeus patella, Holectypus hemisphericus, H. depressus, Nucleolites clunicularis, Acrosalenia spinosa, Anabacia lævis.*
TERRAIN BATHONIEN MOYEN, OU GREAT OOLITE.	Epaisseur du 2e sous-groupe : 80m.	Calcaire blanc, gris ou jaune, finement oolithique, caractérisé par *Nerinea patella, Rhynchonella Hopkinsii, R. elegantula.* Marne grise. Calcaire blanc, compacte ou oolithique, à *Rhynchonella decorata.* Calcaire blanc, crayeux, celluleux. Oolithe avelinaire. Calcaire blanc, marneux. Calcaire blanc, caverneux. Calcaire blanc, graveleux. Marne blanche, veinée de bleu. Calcaires tendres, d'un jaune très pâle.	Éparcy. Bucilly. Leuze. Martigny. Aubenton. Bois-d'Eparcy. Rumigny. Aoust. Prex. Lacerlau. Aubigny. Thin. Gruyères. Bordeux. Poix. Villers-s.-le-Mont. Vendresse, Chemery. Bulson. Raucourt.	*Rissoa duplicata, R. acuta, R. obliquata, Natica Michelini, N. Vernenili, N. Tancredi, Nerinea patella, N. funiculosa, Chemnitzia inornata, Cerithium Murchisoni, Purpura minax, Pagodus nodosus, Eustoma tuberculosa, Pileosus plicatus, Patella aubentonensis, Pholadomya Murchisoni, Lucina Orbignyana, L. lyrata, Corbis Lajoyei, Cardium Bukmani, C. pes bovis, C. incertum, C. minutum, Mytilus Sowerbyanus, M. asper, Lima rigidula, Ostrea sandalina, O. obscura, Terebratula intermedia, T. ornithocephala.*
TERRAIN BATHONIEN INFÉRIEUR, OU FULLER'S EARTH.	Epaisseur du 1er sous-groupe : 50m dans les Ardennes, 40m dans l'Aisne.	Banc de calcaire usé par les flots, criblé de trous de Pholades, et couvert d'Huîtres qui se sont attachées à sa surface. Marnes ou calcaires oolithiques, à Oolithes miliaires, se délitant en minces plaquettes, et contenant des *O. acuminata.* Calcaire brun ou grès. Lumachelle à *O. acuminata.* Calcaire jaune, oolithique, traversé par des fissures obliques et parallèles, renfermant un grand nombre d'*Ostrea acuminata* brisées. Ce calcaire, qui est très épais, passe, ainsi que les assises précédentes, à l'oolithe miliaire dans le département de l'Aisne. Argile bleue ou blanche à Pholadomies. Argile bleue ou rougeâtre, à *Ostrea acuminata*, alternant avec du calcaire gréseux ou du calcaire lumachelle, à *Ostrea acuminata.*	Obis. Neuve-Maison. Hirson. Les vallées. Any. Martin-Rieux. Bossus. Antheny. Champlein. Estrebay. Foulzy. Flaignes. Havis. Aubiguy. Neufmaison. Barbencroc. Mondiguy. Boulzicourt. Don. Sapogne. Connage. Cheveuge. Haraucourt.	*Belemnites giganteus, B. sulcatus, Ammonites Parkinsoni, Pholadomya Murchisoni, P. bucardium, P. Vezelayi, P. gibbosa, P. costellata, P. parvula, Pleuromya elongata, P. decurtata, P. jurassi, P. recurva, P. tenuistriata, P. ovalis, P. marginata, Ceromya costata, C. gregaria, C. lunulata, C. erycina, C. latior, C. truncata, Trigonia costata, Arca oblonga, Lima duplicata, L. gibbosa, L. proboscidea, Pecten annulatus, Mytilus gibbosus, M. cuneatus, M. bipartitus, Avicula echinata, Ostrea acuminata, O. Marshii, Rhynchonella varians, R. concinna; Terebratula maxillata.*

DÉPARTEMENT DE LA MEUSE.

		NATURE DES SÉDIMENTS.	LOCALITÉS.	FOSSILES CARACTÉRISTIQUES.
	Epaisseur du 3e sous-groupe : 15m.	Calcaire brun, grenu et cristallin, renfermant quelquefois des Oolithes ferrugineuses. Calcaire blanchâtre, gris ou bleuâtre, généralement oolithique et renfermant des débris de coquilles. Ces calcaires passent à la marne au sud d'Etain.	Pouilly. Luzy. Stenay. Baulon. Han. Juvigny. Remoiville. Delut. Dombras. Mouzay. Marville. Pillon. Etain.	*Nerinea axonensis. Pterocera camelus, Cerithium multivolutum, Isocardia tenera, Arca rudis, Pecten vagans, Avicula braamburiensis, Ostrea costata, Rhynchonella Morierei, R. concinnoides, Terebratula obovata, T. coarctata, T. cardium, T. obsoleta, T. digona, Clypeus patella, Nucleolites clunicularis, Anabacia lævis.*
	Epaisseur du 2e sous-groupe : 60m.	Marnes blanchâtres, grises ou bleues, parfois jaunâtres, contenant des lits de calcaire hydraulique en rognons, et des bancs de calcaire marneux, gris ou bleu, tantôt terreux, tantôt oolithique.	Pouilly. Martincourt. Nepvant. Brouenne. Chauvency. Landzecourt. Juvigny. Iret le-Sec. Flassigny. Marville. Haudeville. Spincourt. Vaudoncourt. Gouraincourt. Rouvres. Lanhaire. Lachaussée. Bouconville. Rambucourt.	*Nerinea funiculosa, Pileolus plicatus, Pholadomya texta, P. Murchisoni, P. concentrica, Mytilus tenuistriatus, M. Sowerbyanus, Ostrea obscura, O. sandalina, Terebratula ornitocephala, T. intermedia, Holectypus depressus.*
	Epaisseur du 1er sous-groupe : 80m.	Banc de calcaire usé par les flots, criblé de trous de Pholades, et couvert d'Huîtres qui se sont attachées à sa surface. Calcaires jaunes, spathiques et coquilliers. Calcaires terreux et cristallins, contenant des Oolithes, des lumachelles spathiques et des fragments de coquilles. Calcaire marneux avec fossiles, ayant une teinte ferrugineuse. Calcaire alternant avec des marnes grises ou brunes, à *Ostrea acuminata.*	Nepvant. Bièvre. Thonne-les-Près. Montmédy. Bazeille. Velosne.	*Belemnites giganteus, B. sulcatus, Ammonites Parkinsoni, Natica Lorierei, Cerithium granulato-costatum, Pholadomya Murchisoni, P. bucardium, P. Vezelayi, P. gibbosa, P. costellata, P. parvula, Pleuromya elongata, P. decurtata, P. jurassi, P. recurva, P. tenuistriata, P. ovalis, P. marginata, Ceromya rostrata, C. latirostris, C. gregaria, C. lunulata, C. erycina, C. latior, C. truncata, Trigonia costata, Arca oblonga, Lima duplicata, L. gibbosa, L. proboscidea, Pecten annulatus, Mytilus gibbosus, M. cuneatus, M. bipartitus, Avicula echinata, Ostrea acuminata, O. Marshii, Rhynchonella concinna, R. varians, Terebratula maxillata.*

DÉPARTEMENT DE LA MOSELLE.

		NATURE DES SÉDIMENTS.	LOCALITÉS.	FOSSILES CARACTÉRISTIQUES.
	Epaisseur du 3e sous-groupe : 10m.	Marnes alternant avec des calcaires marneux, oolithiques.	Han devant Marville. Petit-Failly. Grand-Failly. Monaville. Hannonville. Spouville. Xonville. Hagueville. Damvitoux.	*Nerinea axonensis, Isocardia tenera, Arca rudis, Avicula braamburiensis, Pecten vagans, Ostrea costata, Rhynchonella concinnoides, Terebratula intermedia, T. obsoleta, T. cardium, Clypeus patella, Nucleolites clunicularis.*
	Epaisseur du 2e sous-groupe : 50m.	Marnes grises ou bleues, alternant avec des calcaires.	Gravelotte. Auboué. Civry-Circourt. Tellancourt Han devant Marville. Grand-Failly. Petit Failly.	*Nerinea funiculosa, Pileolus plicatus, Pholadomya Murchisoni, P. texta, P. media, Pleuromya elongata, P. tenuistriata, Mytilus tenuistriatus, M. Sowerbyanus, Pecten lens, Ostrea obscura, Terebratula ornithocephala, T. intermedia, Holectypus depressus.*
	Epaisseur du 1er sous-groupe : 70m.	Banc de calcaire usé par les flots, criblé de trous de Pholades, et couvert d'Huîtres qui se sont attachées à sa surface. Calcaire jaune, cristallin, oolithique, contenant parfois de nombreux débris de coquilles posés à plat. Lumachelle à *Ostrea acuminata.* Calcaire ferrugineux, oolithique et marneux, très coquillier (gite des Clapes). Marne noire, sans fossile. Grès, marne sableuse, calcaires jaunes. Marne à Pholadomyes. Marne et lumachelle à *Ostrea acuminata.*	Jaumont. Ranguevaux. Génivaux. Gorze. Puizieux. Hayange. Angeviller. Longwy. Tellancourt. Viller-la-Chèvre.	*Belemnites giganteus, B. sulcatus, Ammonites Parkinsoni, Natica Lorierei, N. pictaviensis, Trochus ungulatus, T. biarmatus, T. actæa, T. Brutus, T. Luciensis, Turbo prætor, Pterocera hamus, Cerithium granulato-costatum, Pholadomya Murchisoni, P. bucardium, P. Vezelayi, P. gibbosa, P. costellata, P. parvula, Pleuromya elongata, P. decurtata, P. jurassi, P. recurva, P. tenuistriata, P. ovalis, P. marginata, Ceromya rostrata, latirostris, C. gregaria, C. lunulata, C. erycina, C. latior, C. truncata, Trigonia costata, Arca oblonga, Lima duplicata, L. gibbosa, L. proboscidea, Pecten annulatus, P. lens, Mytilus gibbosus, M. cuneatus, M. bipartitus, Avicula echinata, Ostrea acuminata, O. Marshii, Rhynchonella concinna, R. varians, Terebratula maxillata.*

De la part de M. Ch. Laurent, *Notice sur le Sahara oriental au point de vue de l'établissement de puits artésiens dans l'Oued-Souf, l'Oued-R'ir et les Zibans. — Colonne expéditionnaire du sud*, déc. 1855 (Extr. des *Mém. de la Société des Ingénieurs civils*, séance du 20 juin 1856), in-8, 72 p., Paris, 1857; chez Guiraudet et Jouaust.

De la part de M. le général Albert de la Marmora, *Notice biographique sur le général H. Provana de Collegno*, in-8, 10 p., Turin, 1857; imprimerie royale.

De la part de M. H. de Villeneuve-Flayosc, *Carte géologique et hydrographique du Var, des Bouches-du-Rhône, de Vaucluse et des Basses-Alpes* (*ancienne Provence*), 1 feuille grand aigle.....

De la part de M. le baron Ch. d'Hombres, *Discours prononcé par M. le comte E. de Rets sur la tombe de M. le baron d'Hombres-Firmas*, le 7 mars 1857, in-8, 8 p., Alais; chez veuve Veiron.

De la part de M. le professeur E. Sismonda, *Notizia storica dei lavori fatti dalla classe di scienze fisiche e matematiche nell'anno* 1855 (extr. des *Mém. dell. R. Acc. delle scienze*, sér. II, t. XVI), in-4, 40 p., Turin; imprimerie royale.

De la part de M. le professeur C. Schmidt, *Ueber die devonischen Dolomit-Thone der Umgegen Dorpats*, in-8, 18 p., Dorpat, 1856; chez H. Laakmann.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, nos 11 à 13.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. III, 1855, 1re part., Tableaux météor., f. 8, 21.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 99, 10e année, mars 1857.

L'*Institut*, 1857, nos 1211 à 1213.

Société imp. et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances, 2e sér., t. XII, n° 2.

Bulletin de la Société d'études scientifiques et archéologiques de la ville de Draguignan, t. I, octobre 1856, in-8.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale de Saint-Étienne, t. II, 2e livr., oct., nov. et déc. 1856, avec un atlas in-f°.

Soc. imp. d'agricult., etc., *de Valenciennes*, 1re année, n° 8, fév. 1857.

The Athenæum, 1857, nos 1534 à 1536.

Revista minera, 1857, t. VIII, nos 164 et 165.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas et naturales, t. VIII, n° 2, febr. 1857.

The American Journal of science and arts, by Silliman, vol. XXIII, n° 68, march 1857.

M. le Président annonce à la Société la perte aussi imprévue que douloureuse, qu'elle a faite depuis sa dernière séance, dans la personne de M. Dufrénoy, l'un de ses fondateurs et ancien président. Le bureau de la Société, ainsi qu'un grand nombre de ses membres, ont assisté aux funérailles de M. Dufrénoy; M. le Président s'est rendu l'interprète de leurs regrets, dans un discours prononcé sur la tombe de l'illustre géologue.

M. le marquis de Roys, trésorier, présente l'état de la caisse au 31 mars 1857:

Il y avait en caisse au 31 décembre 1856. .	2,878 fr.	35 c.
La recette, depuis le 1er janvier 1857, a été de	5,524	50
Total. . .	8,402	85
La dépense, depuis le 1er janvier 1857, a été de	4,610	95
Il restait en caisse au 31 mars 1857.	3,791 fr.	90 c.

M. Martins présente, de la part de M. Marcel de Serres, la note suivante, accompagnée d'un dessin qui représente en grandeur naturelle une plaque calcaire perforée par des Oursins (*Echinus lividus*) :

*Note sur l'identité de l'*Echinus lividus *de l'Océan avec celui de la Méditerranée;* par M. Marcel de Serres.

MM. Cailliaud et Lory ont admis que l'*Echinus lividus* de Lamarck (t. III, p. 50, n° 28), qui habite l'Océan, avait des habitudes perforantes, et qu'il creusait des trous dans les rochers pour y pas-

ser sa vie (1). D'un autre côté, la plupart des observateurs et M. Lory lui-même ont supposé que le même oursin de la Méditerranée n'avait pas les mêmes mœurs. On a cité particulièrement cet échinoderme du golfe d'Ajaccio, qui vit auprès des côtes formées par des granites désagrégés comme les mêmes roches de Guérande (Bretagne), et qui n'y opère aucune sorte de perforation (2). Ces radiaires profitent seulement, comme lieu de retraite, des anfractuosités naturelles des roches pour s'y mettre à l'abri.

Aussi M. Lory a fait observer que si l'*Echinus lividus* de l'Océan est réellement le même que celui de la Méditerranée, cet oursin aurait des mœurs bien différentes, suivant qu'il habiterait l'une ou l'autre mer.

Ces mœurs diverses ont été constatées par des observateurs dont l'exactitude est bien connue. Ainsi, pour la Méditerranée, outre M. Lory, M. Deshayes n'a jamais vu sur les côtes de l'Algérie les oursins se creuser des trous dont, suivant lui, on ne concevrait pas l'utilité ; car, une fois abandonnés, ces échinodernes ne sauraient plus les retrouver.

Il n'a pas paru non plus à M. Valenciennes que l'*Echinus lividus* de Marseille et des côtes de la Provence ait des habitudes perforantes ; aussi a-t-il supposé que les oursins de la Bretagne, qui ont un pareil genre de vie, ne sont peut-être pas de la même espèce que ceux de la Méditerranée (3).

Pour résoudre les doutes qui se sont élevés sur l'identité de ces oursins, nous avons fait un appel aux naturalistes qui habitent les côtes de l'Océan, appel auquel M. Cailliaud, de Nantes, a répondu en nous adressant plusieurs individus de l'*Echinus lividus*. Ceux-ci nous ont mis à même de nous assurer qu'ils avaient les mêmes caractères, et offraient les mêmes particularités dans leur organisation. L'un et l'autre présentent deux variétés : la plus commune est aplatie ; ses épines, verdâtres dans le jeune âge, deviennent sensiblement bleuâtres dans un âge plus avancé. Constamment striées, elles sont caractérisées à leur base par un bourrelet saillant.

---

(1) M. Cailliaud paraît être le premier qui ait signalé les habitudes perforantes de l'*Echinus lividus*. Il a fait connaître le genre de vie de cet échinoderme dans le numéro du 3 juillet 1854 des *Comptes-rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. XXXIV, p. 35.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XIII, 2e série, p. 43.

(3) *Revue zoologique de M. Guérin Meneville*, n° 11, 1838, 2e sér., 6e année, 1855, p. 524.

La seconde variété, convexe, renflée, élevée, a une forme constamment orbiculaire. Cette forme fait paraître les épines plus nombreuses et plus rapprochées, disposition très manifeste chez les individus qui les ont perdues en partie. Quant aux nuances de ces piquants, les mêmes chez les deux variétés, elles éprouvent les mêmes modifications. Les ambulacres sont semblables, ainsi que les nodosités saillantes qui indiquent, lorsque l'oursin est dépouillé de ses piquants, la place où ils étaient implantés.

M. Cailliaud m'a en outre fait parvenir un fragment d'un grès quartzeux très dur, d'un brun foncé, et qui contient une certaine quantité de fer, ainsi que l'annonce sa densité. Ce fragment scintille sous le choc du briquet, à la manière du quartz ; sa forme est celle d'un carré long, dont le grand côté a $0^{m},017$, et le petit seulement $0^{m},013$. Il est néanmoins couvert de huit trous occupés par des oursins de tailles très diverses. Chacun d'eux a une grandeur proportionnée à celle de l'*Echinus lividus* qui s'y trouve.

Les cavités où sont logés les oursins sont revêtues à leur partie supérieure par les expansions calcaires et blanchâtres d'un madrépore de la division des nullipores, nommé par M. Jean-Jean, conservateur de la Faculté des sciences de Montpellier, *Madrepora incrustans*, afin de rappeler par là son principal caractère. Ces expansions recouvrent souvent une partie de l'intérieur des trous pratiqués par les oursins ; aussi on se demande pourquoi ils ne les ont pas enlevées.

Voici, d'après les échantillons que nous avons sous les yeux, comment on peut expliquer ces faits qui, au premier aperçu, semblent en opposition avec le creusement de ces cavités.

Les madrépores contemporains des oursins existaient sur les roches de grès, lorsque ces radiaires ont commencé à les entamer. Ceux-ci ont uniquement agi dans le principe sur un seul point qui correspondait à l'armature de leur bouche, placée à la partie centrale et inférieure de leur corps. Ils ont enlevé, à l'aide de cette armature, les expansions madréporiques qui s'y trouvaient, et en ont fait de même circulairement autour du point central. En continuant leur travail de la même manière, ils ont pu dégager le fond de leur trou, et n'ont laissé des traces de ces expansions que dans les parties supérieures qu'ils ne pouvaient pas atteindre, et qui d'ailleurs ne les gênaient pas; aussi les voit-on parfois tapissées par une couche madréporique incrustante, d'une épaisseur plus ou moins considérable.

La présence de ces madrépores est donc loin de prouver que les oursins n'ont pas creusé eux-mêmes les trous où ils sont logés ; elle démontre au contraire que ces cavités n'ont pu être faites que par

les animaux qui les occupent, d'autant qu'elles en ont les formes et les dimensions.

En considérant la perfection avec laquelle ces trous ont été faits dans des pierres aussi dures que les grès de la Bretagne, on ne peut guère admettre qu'ils aient été creusés par des tentacules filiformes, d'une mollesse encore plus grande que la masse charnue des mollusques (1). Ces cavités, dont le pourtour est parfaitement lisse et uni, n'ont pu être forées que par une armature aussi forte que celle dont les oursins sont munis. Cette armature est bien construite pour en creuser de pareilles, d'abord par sa position centrale, ainsi que par le nombre des pièces solides et mobiles dont elle est composée. Ces pièces, susceptibles de mouvements variés et d'une grande extension, leur en donnent certainement les moyens.

Sans doute, d'autres animaux creusent les roches les plus dures, mais ce n'est pas avec leurs parties molles qu'ils y parviennent. Ils les usent à l'aide des aspérités plus ou moins saillantes de leurs valves, ou avec quelques parties solides de leur bouche, lorsqu'ils n'ont pas de coquille ; aussi, comme ces aspérités disparaissent par l'effet du frottement, on n'en voit plus de traces chez les individus adultes qui sont parvenus à creuser des cavités assez grandes pour les loger, même lorsqu'ils ont atteint leur entier développement.

Nous avons sous les yeux des individus du *Pholas dactylus* de différents âges qui se sont creusés des trous dans des gneiss très micacés, et chez lesquels les aspérités de leurs valves ont été d'autant plus usées que ces trous offrent de plus grandes dimensions. Ces faits, ainsi que les stries de ces cavités qui correspondent aux côtes saillantes de leurs coquilles prouvent que l'action mécanique entre pour beaucoup dans leur creusement. Cette action, aidée par l'humeur que sécrètent les mollusques, paraît être une des principales causes de ce phénomène.

L'*Echinus lividus* de l'Océan est donc une espèce perforante ; mais en est-il de même de celle qui la représente dans la Méditerranée? Si cette habitude est le partage de l'*Echinus* de cette mer intérieure, elle est loin d'être générale ; du moins jusqu'à présent nous n'avons pas eu occasion d'en observer un seul exemple ; mais si l'un et l'autre de ces oursins n'ont pas constamment le même genre de vie, il ne faut pas en conclure qu'ils appartiennent à des

---

(1) Note sur l'action perforante d'une espèce d'échinoderme ; par M. Eug. Robert. *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*, t. XXXIX, p. 640.

espèces différentes, puisqu'ils offrent tous deux les mêmes caractères spécifiques.

On le doit d'autant moins que M. Cailliaud a vu dans les environs de Marseille, à l'île et *phare de Planier*, à l'ouest du signal du phare, plusieurs individus de l'*Echinus lividus* logés chacun dans leurs trous. Sans doute, il n'en est pas de même de la plupart des oursins que l'on mange sur les côtes de la Méditerranée et particulièrement à Marseille. On sait que l'on y prend ces oursins au moyen de la drague traînante sur les roches et les sables, ce qui ne pourrait avoir lieu si ces radiaires étaient tous logés dans des trous. Toutefois quelques-uns d'entre eux se mettent à l'abri dans les fissures et les cavités naturelles des rochers calcaires, en un mot, partout où ils le peuvent. Aussi on en observe plusieurs dans les cavités qu'ils ont eux-mêmes creusées.

En général, les oursins de la Méditerranée se logent dans les interstices et les intervalles des rochers; c'est là qu'on les prend habituellement. Aucun pêcheur ne les a aperçus dans les trous des pierres qu'ils auraient eux-mêmes creusés. Seulement ils savent que ces échinodermes sortent principalement la nuit, et que c'est pendant leur durée qu'ils cherchent leur nourriture, qui consiste principalement en plantes marines.

Nous tenons d'un excellent observateur, M. Seigneurie, maître répétiteur au lycée de Marseille, que les oursins, très abondants sur les côtes des environs de Bastia (Corse), parce que le fond de la mer est formé par des rochers recouverts d'une florissante végétation marine, y sont disséminés dans leurs anfractuosités auxquelles ils adhèrent si fortement, qu'il est difficile de les en détacher. Les trous dans lesquels on en observe quelquefois ont été si peu creusés par eux, que leur capacité égale à peine les deux tiers ou les trois quarts du volume de ces échinodermes.

Les oursins de la Méditerranée peuvent, du reste, se passer de creuser des cavités pour s'y loger, habitant une mer sans flux ni reflux, généralement plus calme et peu tourmentée. Ils n'éprouvent donc pas, dans de pareilles circonstances, le besoin de se mettre à l'abri de la fureur des flots. Quant à la même espèce de l'Océan, vivant dans une mer plus agitée, il est tout naturel qu'elle cherche à se défendre contre les brisants des vagues ou à ces alternatives, non moins à craindre, de se voir plongée dans l'eau de la mer, ou mise à à sec sur le rivage.

Il y a donc en quelque sorte nécessité pour les uns de se loger dans l'intérieur des roches, tandis que les mêmes besoins n'existent pas constamment pour les autres.

En admettant, ainsi que la comparaison la plus exacte nous l'a démontré, que l'*Echinus lividus* de l'Océan appartient à la même espèce que celui de la Méditerranée, n'est-il pas d'autres faits qui prouvent que des espèces semblables, placées dans des circonstances différentes, ne conservent pas toujours les mêmes mœurs. Les pholades, genre essentiellement perforant, nous en présentent un exemple remarquable. Ces mollusques percent à la fois les pierres dures aussi bien que les roches calcaires et le bois, comme ces roches elles-mêmes. Mais ces habitudes ne sont pas toujours les mêmes chez les pholades. En effet, plusieurs vivent stationnaires dans les sables des bords des mers, et cela dans des sortes de conduits ou de canaux qu'ils y ont pratiqués.

Ces faits n'avaient pas échappé à Lamark ; peut-être n'en avait-il pas saisi toute la portée, quoiqu'il en ait cité un autre exemple non moins remarquable (1). On sait que la *Petricola ochroleuca*, comme la plupart des espèces de ce genre, a des habitudes essentiellement térébrantes. Cependant, quand elle habite les étangs salés, elle se borne à s'enfoncer dans le sable sans creuser les pierres ou les rochers pour s'y loger et y passer sa vie.

On pourrait sans doute citer bien d'autres faits analogues, mais ceux-ci suffisent pour prouver que les mœurs des espèces changent, lorsque les circonstances extérieures éprouvent de notables modifications. Ainsi, quant aux *Echinus lividus*, les uns vivent dans une mer sujette à des marées, qui laissent à des intervalles périodiques le sol tout à fait à nu, quoiqu'il soit le plus constamment recouvert par les eaux, tandis que les autres habitent une mer intérieure, où cet ordre de phénomène est à peu près inconnu.

On n'a pas, du reste, à se demander comment ces échinodermes entourés d'un grand nombre de piquants, peuvent forer les pierres les plus dures, car ils sont armés d'un appareil buccal extrêmement puissant. Si les oursins de la Méditerranée ne s'en servent pas toujours pour le même usage, c'est probablement parce qu'ils n'en éprouvent pas le besoin.

Plusieurs naturalistes du Midi de la France ont supposé que la dureté des roches des bords de la Méditerranée empêchait les oursins de les creuser, comme le font ceux des côtes de l'Océan. Mais, pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que les roches fussent plus dures auprès d'une mer que de l'autre. Il n'en est pas cependant ainsi ; en effet, à l'exception des laves compactes et des dolomies qui ne sont pas disséminées d'une manière générale, il n'existe guère sur les

(1) *Système des animaux sans vertèbres*, t. V, p. 463, Paris, 1818.

côtes du Midi de la France que des roches calcaires, dont la dureté est peu considérable. Aussi les mollusques, les annélides et les zoophytes les percent-elles sans efforts comme sans difficulté.

Il reste toutefois à savoir s'il en est de même des oursins qui vivent dans les mers intérieures autres que la Méditerranée. Ce sujet d'observation est assez curieux pour exciter le zèle des naturalistes voyageurs. Si leurs observations confirment ce que nous venons d'avancer, ce sera un exemple de plus à ajouter à ceux qui prouvent l'influence que les circonstances extérieures exercent sur les mœurs des animaux (1).

Il résulte des faits précédents, 1° que l'*Echinus lividus* de l'Océan appartient à la même espèce que celui de la Méditerranée ;

2° Que l'un et l'autre de ces oursins ont des habitudes perforantes, mais que chez les premiers seulement elles sont générales et constantes, tandis que chez les seconds, elles sont purement accidentelles. Ces échinodermes ne se creusent des trous que lorsque, par suite de quelques circonstances particulières, ils en éprouvent le besoin.

M. Marès fait la communication suivante :

Note sur la constitution générale du Sahara dans le sud de la province d'Oran, par M. Paul Marès, D. M.

Nous venons de parcourir le désert du S.-O. de l'Algérie pendant trois mois d'hiver, et, dans cette course rapide qui nous a porté à près de 200 lieues de la côte, nous avons atteint les grandes dunes de sables placées entre la ligne extrême de nos oasis du sud et le pays du Touat, enclavé au milieu du grand désert de Sahara.

L'espace que nous avons franchi du N. au S. est environ de 700 kilomètres en partant d'Oran, et se divise en quatre zones bien tranchées parallèles à la côte ; ce sont :

1° Le *Tell*, région ondulée, montagneuse, de 150 à 160 kilomètres ;

2° Les *hauts plateaux* ou *petit Sahara*, pays plan, très élevé au-dessus du niveau de la mer, occupé en partie par de vastes dépressions nommées *chott ;* cette seconde zone a une largeur moyenne de 200 kilomètres ;

---

(1) Un autre fait non moins remarquable que ceux que nous venons de signaler semble le prouver. On assure que les abeilles transportées dans l'Amérique méridionale y ont bientôt discontinué à donner du miel, parce qu'elles ont trouvé dans toutes les saisons des fleurs en assez grand nombre, pour leur servir de nourriture.

3° Une région montagneuse de 70 à 80 kilomètres, placée entre les plateaux du petit et du grand Sahara ;

4° Enfin le grand désert de Sahara.

Nous avons rapidement franchi la région montagneuse du Tell, en constatant l'élévation progressive des vallées et des plaines ; ainsi (1) :

Le Tlélat est environ à.	137 m.
L'Oud-el-Hammam, à.	165 m. (M. C.).
La plaine des Ghris, au pied de Mascara, sur les bords de l'Oued-Froh'.	473 m. (M. C.).
Le caravansérail de Dra-el-Rheumel, sur les bords de l'Oued-Rheumel, à.	568 m.
Le bureau arabe du nouveau Saïda, à.	868 et 845 m. (M. C.).

Sur notre ligne de parcours, Saïda est la limite extrême du Tell. En sortant de ce poste, nous trouvons une montée qui nous conduit en une demi-heure sur les hauts plateaux. D'abord légèrement ondulées, ces plaines immenses prennent bientôt un aspect uniforme et régulier, dont le nivellement est si parfait en certains points que la mer seule peut en donner une idée exacte. Souvent, dans le lointain, on distingue nettement la silhouette d'un cavalier qui se dessine sur le ciel comme une petite voile à l'horizon, et l'on aperçoit, à d'énormes distances les troupeaux de chameaux des tribus nomades ou bien les antilopes, les gazelles, les autruches qui parcourent ces vastes solitudes ; au milieu de ces plaines, à 120 kilomètres environ au sud de Saïda, on trouve le *Chott el Chergui*, vaste dépression de 18 à 20 kilomètres de largeur en moyenne et long de 110 kilomètres environ. Ce chott reçoit les eaux de toute la partie des hauts plateaux dont il occupe le centre : en effet, à 20 ou 25 kilomètres au sud de Saïda nous arrivons au point de partage des eaux entre le Tell et le petit Sahara ; ce point assez rapproché, sur notre ligne de parcours, de *Aïn Mou el hah*, est à une altitude de 1170 mètres. Le poste de *Taferaoua* à 8 ou 10 kilomètres plus au sud n'est plus qu'à 1135 mètres ; le caravansérail *d'el Maï* à 1059 mètres ; enfin le marabout de *Sfissifa* au milieu du chott el Chergui, à 10 ou 12 mètres au-dessus du fond, n'a plus qu'une altitude de 1003 mètres.

---

(1) Nous renvoyons à la note que nous avons lue à la Société météorologique en 1857 (*Ann. de la Soc. Mét. de Fr.*, t. V, 1857) pour tout ce qui a rapport à l'indication des hauteurs, à la manière dont nous les avons calculées, à la profondeur des puits, aux températures des sources, etc. Les quelques indications d'altitude suivies de : (M. C.) indiquent les altitudes calculées par M. Mac Carthy.

Après avoir traversé le chott el Chergui, nous retrouvons les hauts plateaux parfaitement plans, mais se relevant vers le sud ; en effet, *Kheneg Azier*, à mi-chemin entre le chott et *Géryville* est à 1104 mètres. A peu près vers ce point, le terrain commence à présenter quelques légères ondulations auxquelles succède bientôt une petite chaîne de montagnes de 150 mètres environ au-dessus de la plaine, chaîne très nette, régulière, courant de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O. et dont toutes les couches plongeant fortement vers le S.-S.-E. sont coupées perpendiculairement à leur axe par une gorge profonde, étroite, longue de 3 kilomètres, qui débouche sur une plaine, à l'entrée de laquelle est situé le fort de Géryville à 1307 mètres d'altitude. Nous venons d'entrer dans la 3e région, région montagneuse qui établit une séparation bien nette entre les plateaux du grand et du petit Sahara. Cette nouvelle zone est formée de chaînes parfaitement parallèles, régulières, s'élevant en moyenne de 3 à 500 mètres au-dessus de plaines et de vallées en général assez resserrées et dont l'altitude décroît à partir de Géryville jusqu'au moment où l'on débouche tout à coup sur les plateaux immenses du grand désert à 80 kilomètres plus au sud. En ce point, les dernières montagnes, peu élevées, composées de grandes couches calcaires parfaitement régulières, et presque relevées à pic, forment en quelque sorte une grande muraille qui, sur certains points, comme à *Brizina*, plongent perpendiculairement sur les plateaux du grand Sahara et le limitent avec une admirable netteté.

Nous avons vu que Géryville, à l'entrée d'une plaine, au bord du ruisseau *el Biod*, est à 1307 mètres d'altitude ; les montagnes du *Ksel*, qui le dominent à 4 kilomètres sud, établissent la ligne de partage des eaux entre le grand et le petit Sahara. En effet, si nous nous rendons de Géryville, à l'entrée du grand désert, en nous dirigeant sur *el Abiod Sidi Scheik*, nous trouverons :

Le marabout de *Si-el-Hadj-ben-Hammeur*, dans une vallée, à	1130 m.
Plus loin, le bord du ruisseau des *Arba*, à	928 m.
Enfin, El-Abiod-Sidi-Scheik, au pied des dernières montagnes, à	860 m.

Si nous nous dirigeons sur Brizina, nous trouverons :

Le *Kheneg* (ravin) *Bou Djellal*, à. . .	1265 mètres.
Aïn-el-Kser	1158 —
Kheneg-el-Temeur.	1080 —
Brizina.	827 —

La 4e zone est de nouveau un plateau immense dont la surface est résistante, dure, couverte de débris caillouteux et d'une végétation le plus souvent maigre et rabougrie : ce plateau est plus régulier encore que celui du petit Sahara et plus étendu en surface.

A plus de 200 kilomètres de la région montagneuse, le sol de cette plaine sans limites se couvre tout à coup de sable dont les dunes, nommées Aregs, s'élèvent de plus en plus à mesure qu'on pénètre davantage vers le sud, deviennent de véritables collines de 50, 60 et 100 mètres d'élévation, le plus souvent sans végétation, composées d'un sable jaunâtre dont les grains siliceux, arrondis, transparents, ne sont mélangées d'aucune matière étrangère ; au premier abord, ce pays immense de dunes sablonneuses présente l'aspect d'un océan furieux, battu par des vents contraires et dont les grandes vagues se seraient tout à coup arrêtées dans leur tumultueux désordre ; l'œil cherche en vain une direction, une symétrie, un arrangement quelconque dans la distribution de ces crêtes dorées : il n'y en a point d'apparent, et ce n'est que l'étude topographique du terrain sur lequel reposent ces dunes mobiles qui nous aidera bientôt à découvrir l'ordre qui préside à leur distribution générale à la surface du sol.

A partir de la zone montagneuse, le niveau du terrain continue à s'abaisser insensiblement de la manière la plus régulière vers le sud ; ainsi, en nous dirigeant sur la daya de *Habessa*, limite extrême de notre course, soit par el Abiod Sidi Scheik, soit par Brizina, nous trouvons, par el Abiod :

El-Abiod-Sidi-Scheik.	861 mètres.
Keroua	765 —
Benoud	726 —
Mengoub.	691 —
Bou-Aroua.	657 —
Metilfa	569 —
Daya d'Oum-el-Derabin	507 —
Bord de la Daya de Habessa. . .	403 —

par Brizina :

Brizina (*bord de l'Oued-Seggueur*).	827 mètres.
Gara d'El-Anz	757 —
El-Assas.	745 —
Redjem-Aliat.	684 —
Sched-el-Khaïl	620 —
Camp du 16 janvier.	550 —
Bord de Daya de Habessa	403 —

Lorsqu'au sortir de Saïda on entre sur les hauts plateaux du petit désert, on marche sur un sol couvert d'une terre rougeâtre, sablon-

neuse, quand elle est desséchée par le soleil d'été, mais boueuse et assez plastique lorsqu'elle est mouillée par la pluie et les neiges d'hiver. Cette terre est souvent couverte de nombreux débris de grès, de quartz, de diverses variétés de silex et de quelques fragments de calcaire à cassure cristalline ; à quelques centimètres au-dessous de cette couche terreuse, se trouve presque partout une couche solide, dure, blanche, assez friable, ayant complétement l'aspect d'un travertin, fréquemment mêlé de petits nodules d'un calcaire très dur et siliceux. On voit constamment les trous de gerboises, animal très commun sur les hauts plateaux, entourés de débris blancs arrachés au sol : ces débris indiquent d'une manière certaine la présence de cette couche que nous venons de signaler et dont l'épaisseur assez régulière a presque partout une moyenne de 60 à 80 centimètres. En certains points, cette couche est remplacée par un conglomérat de fragments calcaires ou siliceux, unis par un ciment blanchâtre très dur et peu abondant : ce conglomérat occupe quelquefois de grandes surfaces dont l'épaisseur ordinairement assez peu considérable arrive quelquefois à plusieurs mètres de puissance. Ce terrain en se délitant laisse à la surface du sol de nombreux débris dont on ne sait souvent, de prime abord, comment s'expliquer la présence en certains points. Les rares coupes peu profondes que nous offrent quelques érosions superficielles, présentent au-dessous de cette première couche solide une terre rougeâtre, argileuse, ayant une grande profondeur, puisque au caravansérail d'el Maï on y a creusé un puits de 42 mètres avant d'atteindre le rocher. Nous n'avons pas encore trouvé de fossiles dans cette couche terreuse ni dans la couche blanche supérieure.

Nous avons vu que le Chott el Chergui occupe le milieu des hauts plateaux et s'étend parallèlement aux montagnes, c'est-à-dire de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O. C'est une vaste dépression sans profondeur, dont les parties déclives paraissent établies sur un plan assez horizontal et n'ont pas plus de 10 à 12 mètres au-dessous du niveau des plateaux du petit désert. Le fond, légèrement ondulé, présente des espaces étendus, occupés par de petites dunes de sable : les points les plus déclives, couverts d'une légère nappe d'eau, en hiver, présentent, dans les parties que nous avons visitées, un sol formé de sable blanc et plus souvent bleuâtre, argileux, contenant presque toujours des bancs de gypse dont les couches sont reconnaissables en place, sur beaucoup de points : les eaux d'hiver lavent le sommet de ces bancs, les délitent et tapissent de leurs cristaux brillants le fond du chott qui, lorsqu'il est à sec, présente, sous les rayons du soleil, un splendide miroitement. Les berges, taillées à pic sur quelques points, sont

pour la plupart détruites, et présentent le plus souvent une pente douce formée par la terre argileuse rouge des hauts plateaux ou par le sable blanc, bleuâtre, argileux, qui forme le fond et nous offre encore sur les bords quelques témoins isolés que les eaux détruisent peu à peu. Plusieurs sources jaillissent dans le chott el Chergui ; nous en avons visité deux très belles et très abondantes, légèrement saumâtres au goût, celle de *Kreïder* et celle de *Sfissifa.* Cette dernière sort au sommet d'un petit promontoire de sable blanc, élevé de 8 à 10 mètres au-dessus de la surface du chott et se reliant aux hauts plateaux, dans l'ouest. Les eaux de ces sources se perdent à quelque distance dans des bas-fonds marécageux.

En sortant du chott par le sud, on retrouve les hauts plateaux parfaitement plans pendant 40 kilomètres encore, mais s'élevant peu à peu, comme nous l'avons déjà vu : puis, le terrain commence à présenter quelques ondulations dont la direction générale est de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O. ; quelques couches de grès à plongement léger vers le sud, coupent le terrain de temps en temps et présentent fréquemment des affleurements assez étendus, presque plans, érodés, usés par les eaux pluviales. Ces ondulations de terrain, la présence des couches de grès, nous annoncent que nous allons entrer dans la 3e région, la région montagneuse ; en y arrivant par le chemin de Géryville, nous avons vu qu'on rencontre une première chaîne de 150 mètres environ, au-dessus de la plaine, bien nette, bien régulière, coupée transversalement par une gorge étroite et profonde ; cette coupe, naturellement de 3 kilomètres environ de parcours, livre passage aux eaux de l'*Oued el Biod* et permet d'étudier la formation de cette chaîne. Les couches très régulières, dirigées de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., sont inclinées vers le S.-S.-E. sur un angle de 30 à 35°. Ces couches sont d'un grès assez fin, semblable à celui de Fontainebleau, quelquefois de couleur grise et parsemée de points verts, mais offrant le plus généralement cette teinte rougeâtre ferrugineuse qui est, pour ainsi dire, la couleur caractéristique de toutes ces contrées ; il contient en certains points des nodules de marne verdâtre très fine, très douce au toucher. Les couches de grès sont très régulières, mais varient en épaisseur, depuis quelques centimètres jusqu'à 1 et 2 mètres, rarement plus ; ce grès ne fournit aucuns fossiles, du moins nous n'y en avons pas découvert, jusqu'ici, la moindre trace, mais au-dessus se trouvent des sables marneux, argileux (rappelant beaucoup ceux des bas-fonds du chott), dont les couches de couleurs diverses suivent l'inclinaison des couches de grès. Ces sables renferment du calcaire et du gypse : le calcaire se présente en assises très régulières, de 50 à 60 centimètres d'épaisseur, tantôt gris assez fin, sans fossiles,

parsemé de nombreuses dendrites, tantôt d'un grès marneux foncé, rempli de coquilles presque toujours déformées, que nous n'avons pu recueillir en bon état, et parmi lesquelles M. Deshayes, qui a bien voulu examiner nos échantillons, a cependant reconnu des *Lucines*, des *Cardium* et des *Avicules:* la superficie de ce calcaire ou les couches immédiatement supérieures sont très compactes, très dures, entièrement formées par les valves plus ou moins intactes d'une petite Ostrea que nous n'avons pu encore déterminer. Ces plaques calcaires, inclinées en général sur un angle de 25°, présentent fréquemment des fentes qui divisent leur surface en quadrilatères assez réguliers, et leur donnent l'aspect de grands pans de murailles ou de gigantesques mosaïques.

Le gypse est au-dessus de ce calcaire dont le séparent quelques mètres de sable marneux: il se présente en bancs d'épaisseurs diverses, le plus souvent mélangés de marne bleue; l'Oued el Biod contourne le pied de ces montagnes pour entrer dans la gorge que nous avons signalée plus haut, et s'est ouvert un lit dans les sables marneux. Les berges actuelles de ce petit ruisseau présentent, sur différents points, des lambeaux d'un terrain sablonneux disposé en couches horizontales de colorations diverses, ayant beaucoup de ressemblance avec les sables marneux auxquels il est adossé; ce terrain moderne atteint une épaisseur de 3 ou 4 mètres et contient en grand nombre les coquilles suivantes:

Lymneus ovatus, Drap.
— *pereger*, Drap.
Paludina acuta.
Succinea amphibia, Drap.
Physa intorta ?
Melanopsis lævigata, Lam.
Pupa dolium.
Helix striata.
— *cespitum.*
Cyclas palustris.
Ancyllus lacustris, Drap.

Nous avons retrouvé toutes ces espèces dans les limons actuels du ruisseau.

Les montagnes de la troisième zone, dans laquelle nous venons d'entrer, présentent une structure presque identique avec celle du premier chaînon au nord de Géryville: même direction générale de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O. pour toutes les chaînes, avec plongement de 30 à 40° S.-S.-E. des assises de grès qui forment la masse des montagnes, et sont recouvertes à la base par les sables marneux dont les couches qui participent à l'inclinaison générale S.-S.-E. contiennent des calcaires à lumachelles et de nombreux bancs de gypse. Toutefois, le grès qui formait d'abord la masse générale des montagnes cède, vers le sud, une large place à un calcaire blan-

châtre, à grain fin et compacte, le plus souvent parsemé de dendrites rappelant beaucoup le calcaire à dendrites de Géryville ; cette roche offre des assises parfaitement nettes, ne dépassant pas l'épaisseur d'un mètre, présentant souvent des fentes régulières, disposées comme nous les avons déjà vues à Géryville; au bord du grand Sahara toutes les couches sont calcaires et, en certains points, comme nous l'avons déjà dit, les couches des collines tombent presque perpendiculairement sur les plateaux du désert affectant parfois la régularité d'une immense muraille. Ce dernier calcaire ne nous a pas présenté de fossiles dans les points où nous avons pu l'examiner, mais la rapidité de notre course en est la seule cause, car de nombreux cailloux à peine roulés qui provenaient de points très voisins présentaient en abondance les huîtres caractérisant une partie des couches calcaires de Géryville. La zone montagneuse présente sur presque tous ses points des traces nombreuses de la présence des eaux : c'est ainsi que souvent on rencontre au sommet des montagnes des roches arrondies, simulant de loin de véritables blocs erratiques. Ils tiennent encore aux couches de grès à l'extrémité desquelles ils ont été formés, probablement par les eaux de pluie : la forme de ces blocs indique une action érosive venant du N. au S. Du côté de Brizina, près du *Kheneg el Arouïa*, les eaux, en ravinant le sol, ont enlevé les parties terreuses qui séparent entre elles les couches régulières et minces de grès et de calcaire, et ont donné au pays un aspect de désolation et d'aridité des plus étranges ; en d'autres endroits, elles ont jeté entre deux chaînes principales une quantité d'alluvions rouges qui ont enterré de petits relèvements dont les cimes de grès affleurent encore la surface de la plaine. Enfin, certaines localités, comme les Arba par exemple, nous présentent de puissants dépôts de ces sables d'eau douce, à couches horizontales et diversement colorées, complétement identiques avec ceux dont nous avons trouvé les lambeaux sur les bords de l'Oued el Biod à Géryville, possédant les mêmes coquilles fluviatiles modernes ; mais là, la formation est bien conservée et présente une hauteur de 10 à 12 mètres de chaque côté de la vallée, au milieu de laquelle coule le petit ruisseau des Arba. Ce terrain, nous l'avons encore trouvé en beaucoup de points très éloignés les uns des autres : il est généralement d'une assez forte épaisseur et bien reconnaissable par son aspect, la composition de ses couches diversement colorées et par les coquilles fluviatiles récentes qu'il contient. Ainsi, nous l'avons encore trouvé dans le sud du Maroc, à 400 kilomètres environ au S.-O. de Géryville dans les ravinements des plateaux ondulés d'Assi Laricha. Quant au grès, nous l'avons aussi toujours vu former la grande masse des montagnes depuis Géryville jusqu'au point que

nous venons d'indiquer, et qui est la limite extrême à laquelle nous avons pénétré dans le S.-O. Enfin, il existe en plusieurs points de la région montagneuse des collines de sel, dues à des éruptions boueuses dans le genre de celle du rocher de sel sur la route de Médéah à Laghouat; ainsi, à *Maktâ*, à quelques lieues à l'E. de Géryville, nous avons vu un soulèvement semblable, de 2 ou 3 collines de 100 à 150 mètres d'élévation au-dessus des vallées; ce soulèvement, dirigé de l'E. à l'O., est postérieur à celui des montagnes environnantes et les coupe à angle aigu. A quelques kilomètres de Si-el-Hadj-ben Hammeur, il existe une autre montagne de sel; enfin nous avons vu des sources très salées à Tyout et au nord de Keroua. Du reste, toutes les eaux des trois zones sud contiennent du sel en proportions notables, presque toujours assez pour le rendre appréciable au goût.

De même qu'on retrouve les mêmes terrains à de grandes distances, de même nous retrouvons aussi une configuration physique du sol presque identiquement semblable. Au printemps dernier, nous étions entrés sur les hauts plateaux par Sebdou, à 180 kilomètres environ à l'ouest de Saïda : c'était le même aspect, un plan immense et régulier dont la grandeur nous impressionnait vivement. Nous avons trouvé le *chott el Arbi* à 120 kilomètres environ de Sebdou, présentant une formation exactement semblable à celle du chott el Chergui, ouvert dans des terrains identiques, à une altitude peut-être un peu supérieure : au sud de ce chott, se trouvaient les chaînes régulières de la région montagneuse. Enfin, à l'ouest du chott el Arbi, toujours sur une ligne parallèle aux montagnes et à la côte, nous avons visité cet hiver la dépression *de Tigri*, vaste chott ayant une forme plus arrondie que les précédents, creusé dans les terrains rouges et siliceux des hauts plateaux, présentant des berges tantôt coupées à pic, tantôt en pentes douces; de nombreux témoins, souvent bien conservés, s'élèvent sur le sol qui est couvert d'eau en hiver dans les parties les plus déclives et présente sur d'autres points de larges espaces couverts de dunes sablonneuses. Un des bas-fonds de Tigri, près de *Mazar*, nous a donné une altitude de 1137 mètres, et les hauts plateaux qui entourent ce chott varient entre 1250 et 1300 mètres.

Dans la 4e zone il n'y a plus une seule couche rocheuse : le sol n'est qu'un immense dépôt terreux dans lequel on rencontre, à diverses profondeurs, quelques couches, ou plutôt quelques traînées de cailloux roulés, présentant toutes les variétés des roches des montagnes qui sont au nord. Nous avons vu que le point de partage des eaux entre le grand et le petit désert est sur le Ksel, près de Géryville, presque toutes les eaux de la région montagneuse descendent

donc vers le désert : aussi de larges traces d'érosions parallèles, souvent rapprochées les unes des autres et partant des montagnes, sillonnent ces immenses plateaux du N. au S., rompant aussi la monotonie de ces lignes si planes et montrant de belles coupes de 15 à 40 mètres de hauteur. Auprès de ces montagnes, ces érosions superficielles occupent souvent une très grande surface, mais elles se limitent peu à peu, gardant encore une largeur de plusieurs kilomètres; et, à mesure qu'on descend vers le sud, on les voit se régulariser, leurs lits se rétrécissent, et dans l'Oued Rarbi nous avons pu distinguer 2 ou 3 terrasses étagées de chaque côté, indiquant bien nettement des traces d'érosions successives et de largeur toujours moindre. Le lit actuel de l'Oued coule au milieu des deux dernières berges et des troncs d'arbres, des plantes, des gravois arrêtés entre les branches des tamarins qui croissent dans le lit de l'Oued, prouvent que le ruisseau presque toujours complétement à sec, peut devenir parfois un torrent assez fort mais bientôt réduit à l'impuissance par la largeur de son lit, sa faible pente et la diminution rapide de ses eaux qu'absorbe un terrain caillouteux et longuement desséché par les chaleurs de l'été. L'eau coule donc rarement, mais elle est à fleur de sol pendant l'hiver, surtout si cette saison est pluvieuse : l'on trouve alors des flaques pleines jusqu'au point où les sables envahissent complétement le terrain jusqu'aux Aregs. Dans le cours de l'Oued Rarbi, lorsqu'il n'y avait pas de ces flaques ou *Reddirs*, nous trouvions alors des puits creusés à $2^{m},50$ au-dessous de la surface du sol qui nous fournissaient de l'eau en abondance. Les berges actuelles peuvent s'élever jusqu'à 35 ou 40 mètres environ, mais le plus souvent elles n'ont que de 10 à 20 mètres en moyenne ; leur sommet, formant le sol des plateaux, est composé d'un terrain blanchâtre, assez dur, gypseux, ou bien de terre rouge un peu plus résistante que celle des parties inférieures ; le reste de la coupe est complétement formé de terre, soit mélangée de granulations ou plutôt de nodules de carbonate et de sulfate de chaux, soit pure, rouge, toujours siliceuse, présentant assez fréquemment dans son épaisseur 2 ou 3 lits horizontaux de cailloux roulés, étagés à des hauteurs diverses, et qui se répandent sur le sol à mesure que les berges se détruisent ; ces cailloux prennent alors un poli aussi parfait que s'il était dû au vernis le plus brillant : ils présentent aussi à leur surface des stries d'une finesse et d'une perfection très remarquables, probablement dues au frottement presque continuel des particules sablonneuses que soulèvent les moindres courants d'air. Les berges tendent constamment à s'ébouler, sous l'action des eaux qui les sapent à la base pendant la saison des pluies, et elles laissent des coupures à pic d'un très bel

effet pittoresque par leur netteté et leur grandeur ; les Arabes les désignent sous le nom de *Gara*, au pluriel, *Gour*. Cette propriété que possède la terre du désert, de s'ébouler aussi régulièrement sous l'action des eaux, a donné lieu à la formation de véritables monuments naturels, qui sont d'une grandeur et d'une beauté merveilleuses : nous citerons les plus remarquables près de Brizina, les gours de *Si-el-Hadj-Eddin*, magnifiques témoins restés debout au milieu d'une des grandes surfaces d'érosion que nous avons signalées près de la zone montagneuse. Ce sont d'immenses quadrilatères irréguliers, d'une hauteur de 35 à 40 mètres, séparés les uns des autres par de grandes coupures parfaitement nettes ; leur ensemble peut avoir 6 à 7 kilomètres de longueur : leurs murailles taillées à pic, leur sommet parfaitement plan et régulier, leur donnent de loin l'aspect d'immenses remparts bâtis par des géants. Au printemps dernier, nous les avions vus de loin, du haut des montagnes près de Brizina, et un de nos compagnons, qui a parcouru toute l'Égypte, nous disait que rien ne lui rappelait mieux, mais avec des proportions gigantesques, les grands monuments de Thèbes, vus à distance.

La plaine de dénudation qui les entoure est très vaste, de sorte que ces beaux témoins apparaissent dans toute leur majesté et forment une digne entrée aux solitudes mystérieuses du grand désert.

Si nous suivons un de ces larges sillons d'érosion jusqu'aux sables du sud, nous verrons le terrain changer de nature au moment où nous arrivons dans les grandes dunes. Là, le sol qui supporte ces collines mobiles n'est plus terreux, rouge, et contenant souvent des granulations de carbonate et de sulfate de chaux, comme le terrain que nous avons parcouru jusqu'ici, depuis notre sortie des montagnes ; le sol réel nous présente maintenant un sable fin, aggloméré, solide, disposé en couches horizontales, tantôt blanc, rouge, mais le plus souvent jaune ou bleuâtre, ne montrant plus les moindres couches de cailloux roulés dans ses coupes, mais contenant de grands bancs de sulfate de chaux et présentant une grande analogie, quoique plus purement siliceux, avec les sables qui forment le fond du chott el Chergui, avec ceux que nous avons trouvés au fond de la plupart des puits et plusieurs fois, à la base des berges de l'Oued Rarbi, dont nous suivions le cours desséché pour arriver dans ces contrées désolées.

Les sillons d'érosion, à mesure qu'ils pénètrent dans le sud, deviennent moins profonds, leurs berges s'abaissent ; arrivée à ces terrains de sables clairs, l'eau diminuée de force et de volume, n'ayant qu'un courant insensible, s'est divisée en plusieurs branches, cher-

chant en quelque sorte un point d'arrêt et de repos. Cette disposition est tellement évidente que les Arabes nous montrant ces bifurcations nous disaient, dans leur langage figuré : « Vois, la rivière est fatiguée. »

Nous ne tardons pas en effet à trouver l'arrêt définitif des eaux ; en pénétrant plus avant au milieu des Aregs, on voit chaque branche de bifurcation arriver à des impasses barrées naturellement vers le sud par le terrain de sables bleus et jaunes que les eaux n'ont plus eu la force d'éroder plus loin. Elles se sont alors accumulées en ces points, formant des *dayas* ou lacs, dont la grandeur varie de quelques centaines de mètres à 2 et 3 kilomètres de diamètre, le plus souvent ovales, ayant leur plus grande longueur orientée N.-S., et aujourd'hui complétement à sec.

Ces cours d'eau se ramifiant ainsi, ont laissé entre eux de nombreux lambeaux de terrain, dont quelques-uns ont conservé leur première élévation, et constatent ainsi la force érosive des eaux : ces rares témoins intacts sont recouverts, au sommet, par une croûte dure, peu épaisse, de tuff compacte, laissant à la surface du sol, dans les rares points où le sable permet de l'apercevoir, de nombreuses plaquettes détachées, éparses et recouvertes d'un poli brillant sur toutes les parties exposées à l'air. La partie qui repose à terre est d'un blanc mat qui contraste avec le reste. Ce sont les seules pierres qu'on puisse trouver dans ces contrées : les témoins ou gours les mieux conservés, dégagés du sable, portent presque tous un nom particulier, et les Arabes ont disposé au sommet des plaques de tuff, de façon à former des signaux qui permettent aux caravanes de reconnaître leur chemin et de se diriger avec sûreté dans ces terribles solitudes. Les dunes qui entourent les gours de signaux sont souvent plus élevées qu'eux, mais véritables parasites ne tenant point au sol, elles changent de forme et de place par le souffle des vents ; c'est ce qui leur donne cet aspect tumultueux et désordonné qui frappe tout d'abord le voyageur ; mais comme elles occupent principalement les points soustraits aux érosions, une partie de la pente des berges et plus rarement les fonds, elles présentent dans leur ensemble une disposition générale correspondant assez bien à la forme des terrains sous-jacents non érodés.

Le lit des oueds, au milieu des Aregs, est couvert d'un sable ordinairement moins fin et moins parfaitement pur que celui des dunes qui les entourent ; il est parsemé de petits cailloux, ou plutôt de grains presque tous quartzeux, arrondis, derniers débris des fragments provenant des montagnes de la 3e zone.

Enfin, les dayas présentent un intérêt tout particulier ; elles sont

actuellement à sec, mais leurs berges sont bien tracées. On distingue nettement le rivage, la hauteur exacte qu'atteignait l'eau, et l'on peut voir ainsi que la plus grande profondeur était toujours vers l'extrémité sud, au point où les eaux avaient rencontré le dernier obstacle qui devait enfin limiter leur passage.

Le sable qui couvre le fond des dayas est mélangé le plus souvent de cristaux de gypse; il a une couleur limoneuse bien tranchée avec celle des sables dorés des dunes environnantes. Si l'on creuse cette première couche, on trouve à 20 centimètres environ de profondeur une croûte de sel compacte, de 10 centimètres d'épaisseur, qui forme un vaste plancher solide, et dont la face inférieure se termine par des stalactites qui s'enfoncent dans une couche sous-jacente de sable très humide, contenant aussi de nombreux cristaux de gypse. Sur les bords de l'ancienne rive, souvent dans le fond même et au milieu du limon de ces lacs, sont répandues des quantités de coquilles d'eau douce et d'eau saumâtre ; ce sont :

Le *Cardium edule*, qui domine partout en nombre.	*Lymneus ovatus*, Drap.
Les *Paludina acuta*.	*Melania virgulata*.
Physa intorta.	*Melanopsis costata*.

Toutes ces coquilles sont là, mortes, mais bien conservées, et, si je pouvais me servir de cette expression en parlant d'un lac, je dirais qu'on a sous les yeux le squelette intact des dayas : l'eau seule s'est retirée et la vie avec elle.....

Le sable limoneux qui recouvre le fond salé des dayas donne une forte effervescence par l'action des acides. La croûte de tuff qui surmonte les gours, la croûte blanche des plateaux du grand désert et la terre rouge à nodules blancs qui est au-dessous, offrent les mêmes caractères, mais le sable blanc bleuâtre ou jaune qui forme le sol résistant au milieu duquel reposent les dayas, le sable parasite des dunes ne donnent aucune trace d'effervescence. Ces deux terrains ne nous ont présenté à l'analyse que de la silice mélangée d'une très petite quantité de fer, d'alumine, de chlorure de sodium et de sulfate de chaux.

Le sable des dunes provient souvent d'une assez grande distance du point où on le trouve. Nous l'avons vu se former en quelque sorte sous nos yeux ; c'est surtout au pied des berges, dans le grand désert, que ce phénomène se montre avec une netteté complète : la terre rouge et siliceuse des gours, détachée peu à peu par les eaux pluviales, est entraînée par d'innombrables rigoles jusqu'aux oueds ; les grains siliceux lavés à plusieurs reprises ss dégagent de plus en

plus des parties terreuses, prennent cet aspect jaune rougeâtre et doré particulier aux grandes dunes, et les courants d'air, en emportant ce sable nouveau, achèvent de purifier ses particules siliceuses par le frottement et les emportent au loin. Le vent du nord, qui règne presque continuellement dans ces contrées, tend à pousser ces sables vers le sud. Le moindre courant d'air suivant le lit des oueds soulève la poussière qui en couvre la surface, et l'on voit ce brouillard singulier se traîner lentement vers le sud comme une vapeur poussée par un léger souffle de vent. Au printemps dernier, nous n'avions aperçu ce phénomène qu'à de grandes distances, et nous avions toujours cru voir des vapeurs intenses enlevées par la chaleur à des fonds encore humides. Dans le pays des Dayas, le moindre vent ne soulève plus des traînées de poussière, mais toute une atmosphère qui couvre le ciel d'une brume rougeâtre, et transporte au loin des flots de sable qui s'amoncèlent avec rapidité contre les moindres obstacles.

En lisant cette note, nous n'avons eu d'autre pensée que de donner une description exacte de ce que nous avons vu, et, si c'est possible, de faire bien saisir l'aspect de ces pays si peu connus encore.

Des difficultés matérielles nous empêchaient de pénétrer plus avant dans le pays des Dayas, déjà si difficile à atteindre. La rapidité de notre marche, que la prudence nous commandait de ne pas ralentir, ne nous a pas permis de rechercher avec succès des débris fossiles ou d'autres signes propres à nous éclairer complétement sur l'époque exacte de la formation de ces immenses plaines, de ces puissantes couches terreuses, où le sulfate de chaux et surtout la silice sont répandus avec une telle abondance. Toutefois, l'origine de ces masses d'eau qui ont laissé des traces bien évidentes dans les montagnes de la 3e zone, qui ont formé les gours, et dont les courants amoindris et fatigués sont venus mourir dans les dayas du sud, nous paraît pouvoir être expliquée suffisamment par d'abondantes pluies tombées à une époque peu reculée sur la zone montagneuse.

Enfin, les quelques fossiles que nous avons pu recueillir à Géryville et l'aspect du terrain de la 3e zone nous portent à la classer dans le terrain crétacé inférieur ; quant aux plateaux du grand désert, ils sont évidemment postérieurs à cette formation, puisque nous avons vu qu'une partie de leurs matériaux, sinon tous, proviennent des montagnes.

Nous désirons que ce rapide aperçu puisse fournir quelques indications utiles sur la constitution physique d'un pays encore inconnu, et nous demandons qu'il nous soit permis en terminant de remercier ici M. le commandant de Colomb, dont la bienveillante amitié et le

cordial accueil nous ont permis de pouvoir visiter ces pays si difficiles à parcourir et complétement inexplorés jusqu'à ce jour.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ebray.

Profil géologique du chemin de fer d'Orléans. Partie comprise entre Iteuil et Châtellerault; par M. Th. Ebray.

1° *Considérations générales sur l'utilité des profils géologiques.*

Si l'étude de la géologie est indispensable dans certains arts, elle peut être considérée comme très utile dans la construction des grands travaux de chemin de fer; pénétré de cette idée, j'ai entrepris, dès l'année 1851, l'exécution du profil géologique des chemins de fer français (1).

Pour ceux qui ont examiné attentivement les causes de détériorations constantes des tranchées, détériorations qui entraînent souvent à des dépenses considérables et infructueuses, il est évident que les questions géologiques n'ont pas été prises en considération, et cependant rien n'est plus simple au moyen de l'étude, ou à son défaut, au moyen de sondages, de se rendre un compte exact du mode de superposition des couches.

Les détériorations de tranchées sont dues principalement :

1° A la mauvaise inclinaison des talus ou au mauvais aménagement des eaux;

2° A l'existence d'une couche compressible qui dans les déblais fait tasser les talus, dans les remblais produit des accidents graves, tels que affaissements, exhaussement des terrains voisins, etc. ;

3° A l'inclinaison transversale des bancs qui font cheminer tout un terrain dans une certaine direction ; cette cause produit des accidents dangereux ;

4° A l'infiltration des eaux qui à la longue prédispose les terrains aux éboulements.

Il ne sera pas question dans ce travail d'examiner les remèdes à opposer à ces tendances mauvaises; on remédie facilement au mal

---

(1) M. Bazaine, ingénieur en chef du chemin de fer du Bourbonnais, attachant de l'importance à l'examen méthodique des terrains, m'a chargé, en 1856, de l'étude du profil géologique. M. Bazaine est le premier ingénieur ayant introduit le profil géologique dans les pièces à fournir à l'appui d'un projet de chemin de fer.

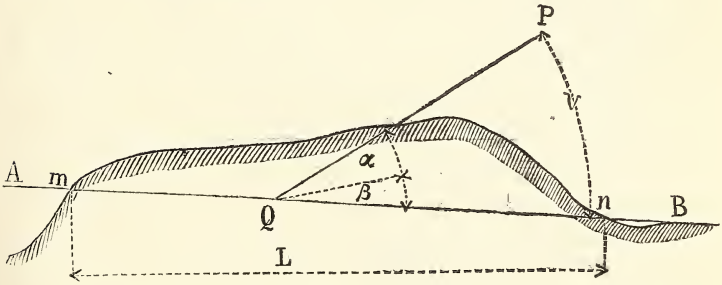
parfaitement connu, et pour le connaître il faut, avant tout, étudier la nature minéralogique des terrains traversés et limitrophes.

Les profils géologiques des chemins de fer ont encore une autre utilité.

On sait avec quelles difficultés le géologue a à lutter lorsqu'il veut dresser une carte exacte; des contrées entières sont souvent recouvertes par des détritus qui cachent la nature des terrains; aucun déblai, aucun puits ne vient sortir l'observateur d'embarras, et lorsque ces données existent, il est souvent impossible d'en tirer un parti entier ; car où mesurer l'inclinaison des couches, où étudier les limites si intéressantes des étages? ce n'est pas assurément dans un puits ni dans une carrière de peu d'étendue.

Il faut, pour arriver à un résultat, des données générales exemptes de supposition et d'induction. Rien n'est plus beau et plus instructif que de parcourir une ligne de chemin de fer montrant par des déblais souvent profonds la succession des couches et la majestueuse transformation des êtres qu'elles contiennent.

Lorsque l'inclinaison des couches est régulière, la puissance d'un étage se calcule facilement, en effet :



Soit AB la pente des rails.
— PQ la direction des couches.
— α l'angle que fait la direction des couches avec l'horizon.
— β l'angle que fait la ligne du chemin de fer avec le même horizon.
m et n les points d'affleurements des étages.
— p la puissance de l'étage traversé.
— L la distance entre les affleurements.

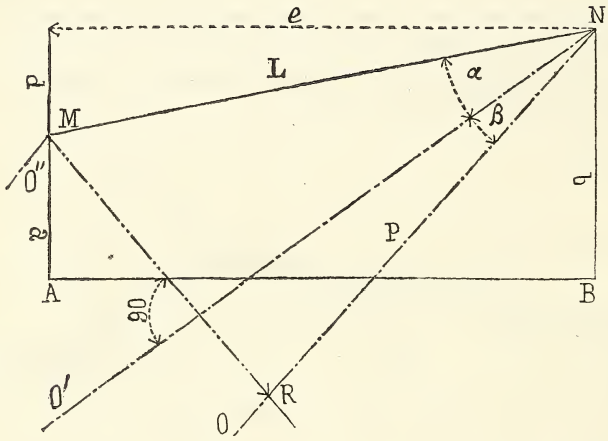
L'angle que font les couches avec la ligne des rails sera :

$$\alpha + \beta \text{ ou } \alpha - \beta = \gamma \text{ et la puissance de l'étage } p = L \sin. \gamma.$$

On remarque facilement que ce mode de calcul n'est applicable

que dans le cas de concordance géologique ; lorsqu'il y a discordance, le calcul devient un peu moins simple.

Soit : AB $= l$ la distance horizontale qui sépare les deux affleurements M et N d'un étage.
— MN $=$ L,
— a, b, les altitudes des points M et N.
— $(b - a) = d$ différence de niveau entre les points M et N.
— NO, la ligne de séparation inférieure de l'étage, représentant l'inclinaison de l'étage inférieur.
— NO′, l'inclinaison de l'étage dont on veut mesurer la puissance.
— MO″, la limite supérieure de l'étage ou l'inclinaison de l'étage supérieur.
— α, l'angle que fait la pente moyenne MN du terrain avec l'inclinaison NO′.
— β, l'angle O′NO.



La puissance de l'étage représentée par la ligne MR $=$ P perpendiculaire à NO′ s'exprimera de la manière suivante :

Le triangle M et R donne :

$$P. \sin. (90^\circ - \beta) = L \sin. (\alpha + \beta).$$

et par conséquent :

$$P = \frac{L \sin. (\alpha + \beta)}{\sin. (90^\circ - \beta)}$$

mais

$$\sin. (90^\circ - \beta) = \cos. \beta \text{ et } L = \sqrt{l^2 + \alpha^2}$$

donc :

$$P = \sqrt{(\alpha^2 + l^2)} \times \frac{\sin. (\alpha + \beta)}{\cos. \beta}$$

Lorsqu'il y a concordance, B devient nul et l'on obtient :

$$P = L \times \sin. \alpha = \sqrt{(\alpha^2 + l^2)} \times \sin. \alpha.$$

2. *Examen de la partie du chemin de fer d'Orléans comprise entre Iteuil et Châtellerault (Vienne).*

Je commence par cette section parce qu'elle est la plus intéressante du chemin de fer d'Orléans. On traverse le granite, les terrains jurassiques et plus loin, vers Châtelleraut, les terrains crétacés.

Le granite qui se montre à Ligugé et sur le flanc droit du coteau du Clain paraît être la continuation du massif granitique du Limousin; il se trouve couvert d'une puissance variable de gneiss assez riche en mica.

Le lias supérieur est venu se déposer sur ces roches dont la température devait être déjà très basse, car le lias ne se trouve pas bien sensiblement modifié au contact; les mers du lias ont délayé les premières couches et il s'en est suivi un phénomène que l'on pourrait appeler métarmorphisme aqueux, c'est-à-dire modification survenue dans l'état minéralogique des dépôts par suite de l'action dissolvante et destructive de l'eau sur les fonds des mers. C'est cette action dissolvante qui a donné aux couches inférieures de l'étage bajocien une couleur bleue comme aux Bachets, couleur résultant de la dissolution des couches bleues du lias. Cette même couleur se remarque dans les couches inférieures de l'étage callovien par suite du mélange de la terre à foulon ; c'est ainsi qu'à Niort le lias moyen contient, sur des épaisseurs assez fortes, des morceaux détachés de schistes qui proviennent de l'action des eaux sur les dépôts inférieurs.

Dans certains endroits, le lias argileux bleu se trouve surmonté par des couches jaunâtres contenant l'*Ammmonites insignis;* mais ces couches ne sont pas traversées par le chemin de fer, elles apparaissent à Croutelle (Vienne), et avec beaucoup de puissance à Thouars (Deux-Sèvres).

Le lias est peu épais à Ligugé et disparaît bientôt, comme l'indique le profil, sous les couches puissantes de l'oolithe inférieure, qui tantôt dure et siliceuse, fournit des pierres très estimées, tantôt tendre et friable, ne donne que des mauvais moellons.

Les fossiles de l'étage bajocien des environs de Poitiers sont peu

nombreux ; ils consistent en Pleurotomaires, en Nautiles et en Térébratules. Les principaux sont les suivants :

Belemnites giganteus, Schloth.
Nautilus lineatus, Sow.
Nautilus clausus, d'Orb.
Ammonites Murchisonæ, Sow.
Pleurotomaria proteus, Delong.
Pleurotomaria Ebrayana, d'Orb.
Pholadomya obtusa, Sow.
Trigonia costata, Park.
Rhynchonella quadriplicata, d'Orb.

La grande oolithe a une épaisseur très variable ; la partie traversée par le chemin de fer est insignifiante ; mais cet étage augmente considérablement de puissance vers Chauvigny, où il a près de 80 mètres d'épaisseur. Les grands escarpements situés au nord de Poitiers paraissent faire partie de l'étage bathonien ; on y trouve l'*Ammonites bullatus*, et au-dessus, l'étage callovien avec beaucoup de fossiles caractéristiques.

Ces fossiles sont les suivants :

Ammonites anceps, Rein.
— *lunula*, Zieten.
— *macrocephalus*, Sch.
— *Herveyi*, Sow.
— *hecticus*, Hart.
Nautilus granulosus, d'Orb.
Avicula inæquivalvis, Sow.
Pecten fibrosus, Sow.
Ostrea Marshii, Sow.

Je décrirai dans un autre travail deux espèces nouvelles d'Ammonites contenues dans ces dépôts :

1° *Ammon. polynomus* (Ebr.), à ombilic très ouvert, carène semblable à celle de l'*Ammon. comensis*, côtes ondulées et assez rapprochées. — *Localité*. La Grimaudière (Vienne).

2° *Ammon. oirensis* (Ebr.), ombilic fermé, coquille discoïde, carène tranchante. — *Localité*. Oiron, près Thouars (Deux-Sèvres).

Ce dernier étage est recouvert, dans la vallée du Clain, par le diluvium ; ce n'est qu'à Dinain que l'on rencontre l'étage oxfordien avec ses bancs de calcaire lithographique.

On voit par le profil, qu'à partir du granite de Ligugé, les bancs ont une inclinaison générale vers le nord, tandis que de l'autre côté l'inclinaison se fait en sens inverse.

Les environs de Ligugé forment donc le point culminant des couches géologiques, qui d'une part disparaissent sous les étages de plus en plus récents du bassin anglo-parisien, d'autre part se perdent sous les couches jurassiques et crétacées du bassin pyrénéen.

Je suivrai dans une autre note les allures de ces étages, j'examinerai leurs caractères minéralogiques et j'énumérerai les nombreux fossiles qui s'y rencontrent.

Séance du 20 *avril* 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. P. de Cessac, membre de plusieurs Sociétés savantes, à Grand-Bourg (Creuse); présenté par MM. Ch. d'Orbigny et Michelot.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Delesse, *Bulletin des Annales des mines*, 1855, 1er sem., et 1856, 1er sem., in-8.

De la part de M. Lartet, *Note sur un humérus fossile d'oiseau, attribué à un très grand palmipède de la section des longipennes* (extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. XLIV, séance du 6 avril 1857), in-4, 5 p. 1 pl.

De la part de M. Ch. Lyell, *Supplement to the fifth edition of a Manual of elementary geology*, in-8, 35 p. Londres, 1857; chez John Murray.

De la part de M. J. Prestwich, *On the correlation of the eocene tertiaries of England, France and Belgium* (from the *Quarterly Journ. of the geol. Soc. of London for febr.* 1857), in-8, p. 90-134.

De la part de M. le docteur Albert Oppel, *Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands*, in-8. Stuttgart, 1856; chez Ebner et Scheubert.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, nos 14 et 15.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. XIII, no 75, mars 1857.

L'Institut, 1857, nos 1214 et 1215.

Société I. d'agriculture, etc., de l'arrondissement de Va-

lenciennes. — *Revue agricole, industrielle et littéraire*, 8e année, no 9, mars 1857.

Annuaire de l'Institut des provinces et des congrès scientifiques, 1857, in-12, 535 p. Paris, chez Derache; Caen, chez A. Hardel.

The Athenæum, 1857, nos 1537 et 1538.

Abhandlungen der K. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, 5e série, vol. IX, 1854-1856.

Verhandlungen des naturhist. Vereines der Preussischen Rheinlande und Westphalens. Dreiz. Jahrg. — Zweit. und Dritt. heft., in-8.

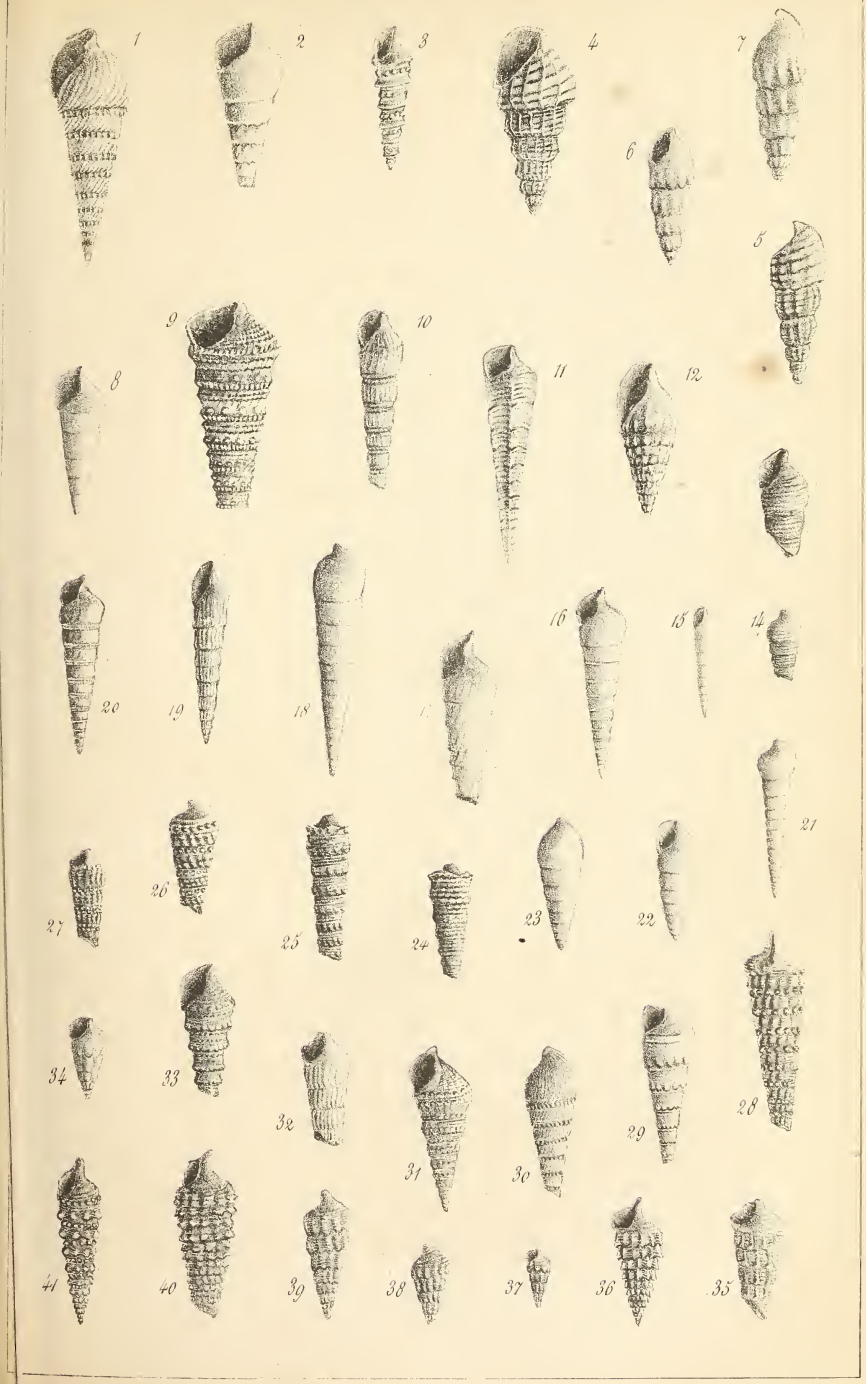
Revista de los progresos de las ciencas exact., fisic. y natur., t. VII, no 3.

M. Piette fait la communication suivante :

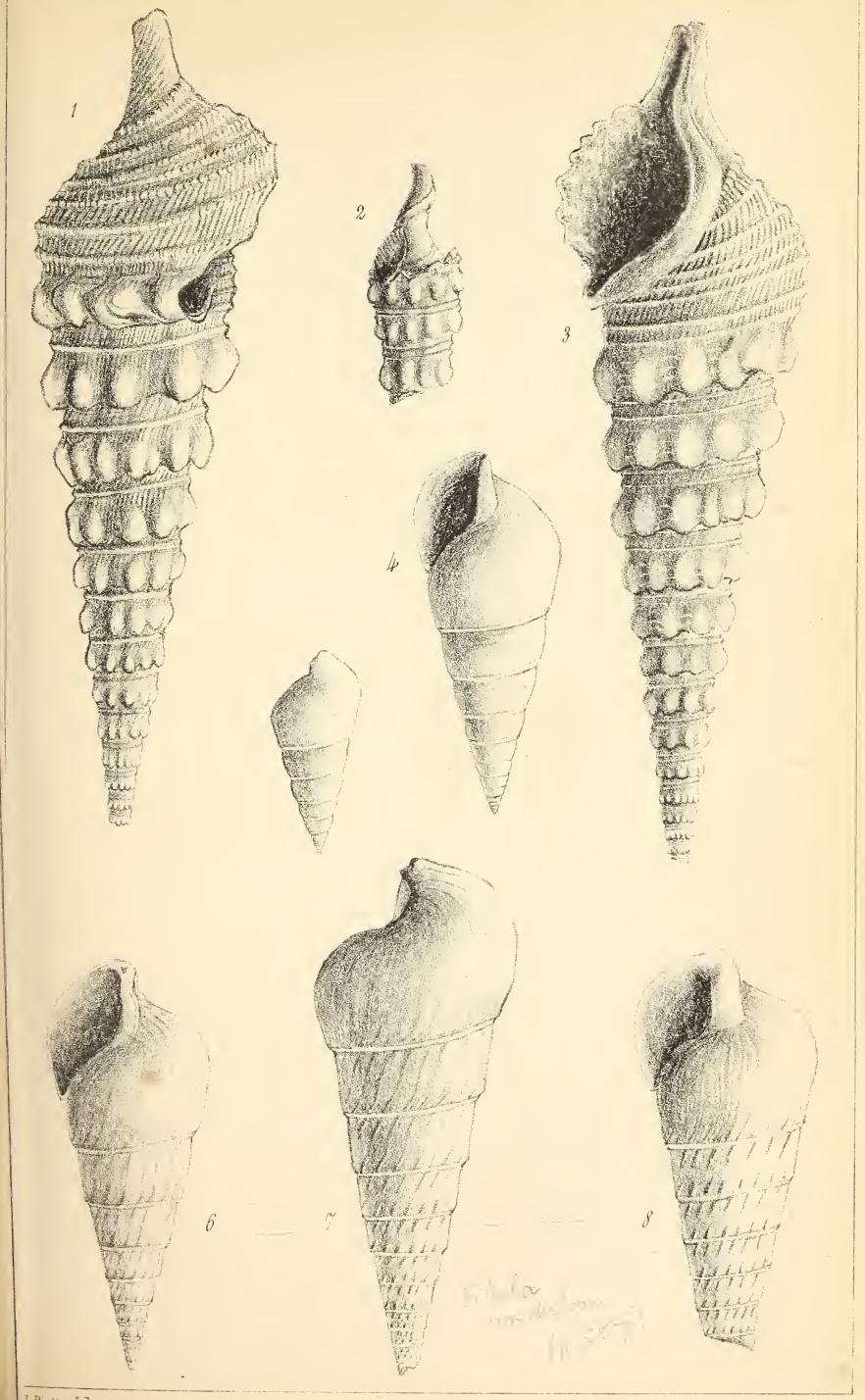
Description des Cerithium *enfouis dans les dépôts bathoniens de l'Aisne et des Ardennes*, par M. Éd. Piette.

Presque tous les genres de mollusques qui peuplent les mers à l'époque actuelle existaient déjà aux âges les plus reculés de la terre. Parfois ceux que nous retrouvons dans les sédiments anciens paraissent, par leur aspect et par leurs caractères, s'éloigner beaucoup des espèces que nous voyons maintenant dans les eaux ; mais si l'on suit leurs transformations à travers les âges, on s'aperçoit qu'ils appartiennent à un type unique qui s'est modifié successivement, et dont chaque forme correspond ordinairement à une époque particulière. C'est ainsi que les gastéropodes, qui ont vécu pendant les temps jurassiques, se distinguent très nettement de ceux de l'époque tertiaire, quoiqu'ils appartiennent ordinairement aux mêmes genres, et, parmi eux, ceux des mers liasiques ont un cachet particulier qui les fait distinguer le plus souvent au premier coup d'œil de ceux des mers oolithiques.

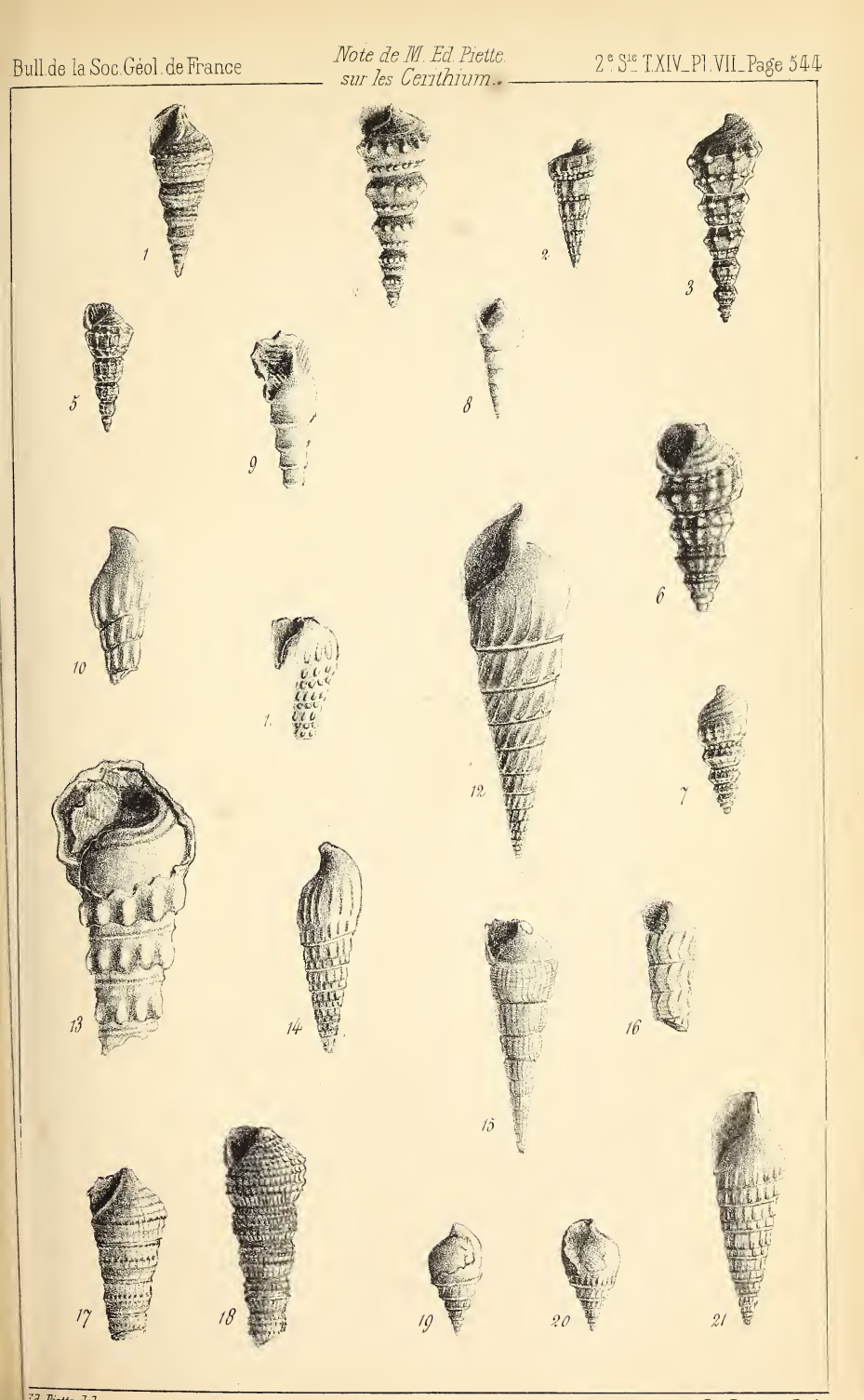
Les *Cerithium*, qui occupent une si large place dans les créations récentes, n'en avaient pas une moins considérable dans la faune de la grande oolithe. Quand on étudie les sédiments qui se sont formés à cette époque, on trouve certains dépôts où ils ont été amassés en telle quantité que les gîtes tertiaires n'en contiennent pas un plus grand nombre. Parmi ces amas, on remarque au premier rang celui du bois d'Éparcy. Presque tous les *Cerithium* que je vais décrire pro-


1
2
3
4
7
6
5
9
10
8
11
12
20
19
18
16
15
14
21
27
26
25
24
23
22
34
33
32
31
30
29
28
41
40
39
38
37
36
35

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

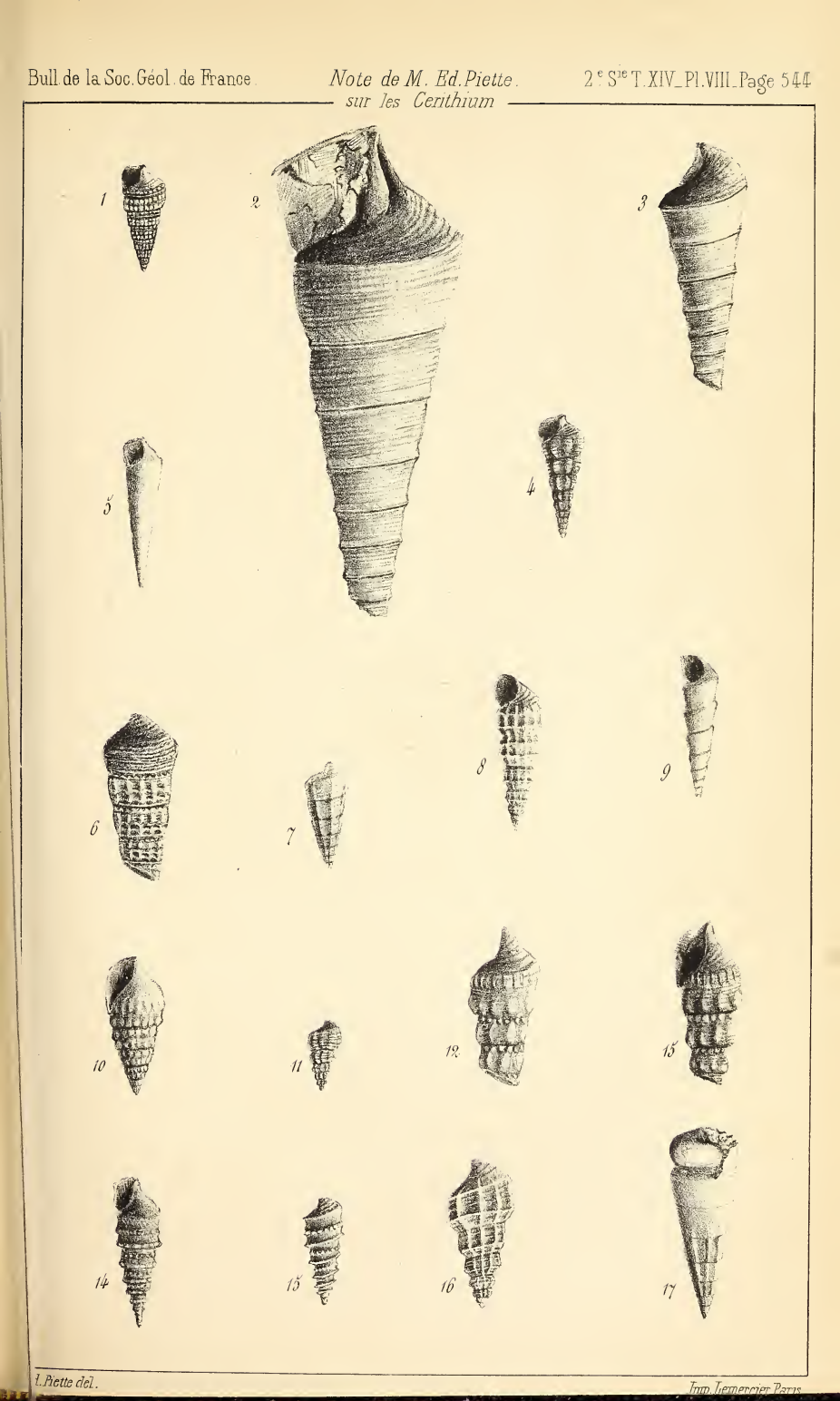

1
2
3
4
6
7
8

BRITISH MUSEUM
GRANTED
NATURAL HISTORY



Ed. Piette del. — Imp. Lemercier, Paris.

BRITISH MUSEUM
GRANTED
NATURAL HISTORY.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY.

viennent de ce gisement. Ils sont ordinairement de petite taille (1). Leurs ornements sont des stries ou des granulations; leur canal est court, droit ou rejeté en arrière; leur columelle est souvent torse. Souvent aussi, leur dernier tour est plus embrassant que celui des *Cerithium* ordinaires.

Ces caractères, un peu différents de ceux des *Cerithium* qui habitent nos mers, ont donné la pensée à MM. Morris et Lycett de créer un genre particulier pour ces coquilles. Ils en ont fait des *Ceritella*. Comme j'ai vu souvent les diverses variétés d'une même espèce appartenir les unes aux *Cerithium*, les autres aux *Ceritella*, je ne puis adopter ce genre. Je décrirai donc sous le nom de *Cerithium* toutes les coquilles qu'on pourrait rapporter aux *Ceritella*.

En commençant cette note, j'espérais pouvoir y décrire tous les *Cerithium* que j'ai rencontrés dans la grande oolithe des Ardennes et de l'Aisne; mais je n'ai pas tardé à m'apercevoir que ma communication prendrait des dimensions trop grandes pour être insérée dans le *Bulletin*, et j'ai résolu de faire paraître plusieurs notes successives sur les coquilles appartenant à ce genre.

GENRE CERITHIUM.

Cerithium inornatum (2), Piette, Pl. V, fig. 22 et 23.

Coquille lisse, ovale; suture linéaire; ouverture petite; canal très court.

Hauteur : 4 millimètres.

Localité : Bois d'Éparcy. Calcaire blanc inférieur (3).

Cerithium pentagonum, d'Arch., Pl. V, fig. 11.

Coquille turriculée, allongée, pentagonale, ornée de stries transversales. Cinq côtes longitudinales s'étendent en se tordant un peu sur toute la longueur de la coquille et correspondent aux arêtes du pen-

---

(1) Il ne faudrait pas en inférer qu'ils ne peuvent acquérir de plus grandes dimensions; ce ne sont peut-être que des jeunes.

(2) Ce fossile et presque tous ceux dont on va lire la description ont été sommairement décrits par moi. Voy. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér, t. XII, p. 1083.

(3) L'oolithe miliaire du bois d'Éparcy étant intercalée entre les deux assises de calcaire blanc doit être classée dans les calcaires blancs. Je rattache donc à la faune des calcaires blancs tous les fossiles que j'ai signalés en 1855 dans l'oolithe miliaire du bois d'Éparcy.

tagone. Base du dernier tour striée. Ouverture petite, subquadrangulaire. Canal droit et très court.

La coquille que j'ai dessinée représente une variété beaucoup plus allongée que celle qui a été figurée par M. d'Archiac.

On trouve cette espèce en grande abondance dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy.

Cerithium insculpatum, Piette, Pl. V, fig. 1.

Coquille turriculée, allongée; tours nombreux, ornés de stries transversales flexueuses qui viennent se terminer à une petite rampe qui porte une rangée de granulations le long de la suture; le dernier tour est un peu enveloppant. Ouverture étroite et allongée; columelle torse. Canal légèrement rejeté en arrière. Bord libre arqué.

Hauteur : 20 millimètres.

Cette coquille n'est pas rare dans les calcaires marneux de Rumigny.

Cerithium semiundans, Piette, Pl. V, fig. 2.

Coquille conique; tours lisses, pourvus d'une petite rampe à peine visible le long de la suture. Les premiers sont ornés de côtes longitudinales très peu accentuées et visibles seulement à la partie antérieure de chacun d'eux. Ouverture large, subquadrangulaire. Canal droit, presque nul.

Hauteur : 10 millimètres.

Cette coquille gît dans les calcaires marneux de Rumigny. Très rare.

Cerithium thiariforme, Piette, Pl. V, fig. 3, et Pl. VIII, fig. 13 et 15.

Spire formant un angle irrégulier. Une rangée de granulations placée entre deux fines stries transversales qui ne sont pas toujours visibles, et une carène transversale, forment les ornements de cette coquille. Souvent la carène est granuleuse. On voit, en outre, sur certains individus des stries d'accroissement. Canal droit, ouverture subquadrangulaire.

Cette coquille, dont la taille ne dépasse pas trois millimètres, est nombreuse dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy.

Cerithium Barrandei, Piette, Pl. V, fig. 41.

Coquille ovale. Tours ornés transversalement d'une rangée de nodules, d'une ou deux rangées de petites granulations et de fines stries

transversales. Dessous du dernier tour orné de stries transversales. Ouverture étroite. Canal droit, allongé.

Cette espèce, qui n'a pas plus de cinq millimètres de hauteur, gît dans les calcaires marneux de Rumigny et dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy. Je l'ai dédiée à M. Barrande. Très rare.

Cerithium Chapuiseum, Piette, Pl. V, fig. 40.

Les ornements de cette coquille sont très compliqués. Au-dessous de la suture est une rangée de petites épines suivie par deux rangées d'épines plus petites, qui disparaissent dans les premiers tours. Vient ensuite une rangée d'épines semblable à la première, puis une autre plus petite. Les premiers tours n'ont que deux rangées épineuses. Canal droit.

Hauteur : 15 millimètres.

Calcaires marneux de Rumigny. Très rare.

J'ai dédié cette coquille à M. Chapuis.

Cerithium humile, Piette, Pl. V, fig. 15.

Coquille turriculée, allongée, étroite, lisse, voisine du *Cerithium multivolutum ;* elle en diffère par l'absence de tout ornement, par sa columelle simple et droite, son canal droit et son ouverture allongée.

Hauteur : 4 millimètres.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy. Rare.

Cerithium coniforme, Piette, Pl. V, fig. 34.

Coquille conique, spire courte, tours ornés de côtes longitudinales irrégulières. Canal court et droit, ouverture petite.

Ce fossile, dont la taille ne dépasse guère 1 millimètre, gît dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy. Il est rare.

Cerithium multivolutum, Piette, Pl. V, fig. 16, 17, 18 et 20.

Coquille turriculée, allongée, composée d'un grand nombre de tours étroits, droits ou légèrement convexes, qui paraissent lisses au premier aspect et qui le sont effectivement sur un grand nombre d'individus. Mais, sur les spécimens les mieux conservés, on peut distinguer, quand on a de bons yeux, le long de la suture, une rangée de fines granulations et quelques stries transversales; on voit, en outre, sur la coquille, des stries longitudinales, flexueuses, assez régulières. J'ai dessiné les principales variétés de cette coquille, et je

me suis assuré en la sciant qu'elle n'appartient pas au genre Nérinée.

Hauteur : 3 centimètres.

Calcaires marneux de Rumigny et d'Éparcy. Nombreux.

Cerithium Omalii, Piette, Pl. V, fig. 21.

Coquille turriculée, allongée, lisse, composée d'un grand nombre de tours étroits, légèrement convexes. Le dernier est très gibbeux. Canal court. Quoique cette coquille rappelle les Nérinées par sa forme, ses caractères intérieurs sont ceux des *Cerithium*.

Hauteur : 16 millimètres.

Calcaire marneux de Rumigny.

Cerithium Dewalquei, Piette, Pl. V, fig. 19.

Coquille turriculée, allongée ; tours presque droits, couverts de stries longitudinales peu visibles; ouverture allongée; canal presque droit.

Hauteur : 8 millimètres.

Calcaire marneux de Rumigny. Rare. J'ai dédié cette coquille à M. Dewalque.

Cerithium fibula, Piette, Pl. V, fig. 10.

Coquille turriculée, allongée, ornée de stries longitudinales peu visibles; suture canaliculée ; ouverture allongée. Quoique cette coquille soit très abondante dans les calcaires blancs de Bulson, je n'en ai pas recueilli un seul spécimen dont l'ouverture soit intacte.

Hauteur : 22 millimètres.

Cerithium rumignyense, Piette, Pl. V, fig. 8.

Coquille conique, lisse, trochiforme ; spire formant un angle convexe ; tours à peine convexes ; ouverture large ; subquadrangulaire, canal presque droit, très court.

Hauteur : 18 millimètres.

On trouve cette coquille à Rumigny, dans les calcaires marneux et dans la grande oolithe de la Moselle.

Cerithium Murchisoni, d'Arch., sp., Pl. V, fig. 9.

Ce fossile, dont M. d'Archiac a fait un Pleurotomaire, a été rangé avec raison parmi les *Cerithium*, par Alc. d'Orbigny. J'en ai dessiné une variété qui semble au premier aspect fort différente du type

figuré par M. d'Archiac. Les tours sont concaves; un bourrelet transversal porte, le long de la suture postérieure, une rangée de granulations allongées et régulières; à côté se trouve une autre rangée de nodules larges, ronds, espacés, à peine visibles sur les individus les mieux conservés. Une ou deux stries granuleuses ou transversales accompagnent la suture antérieure; ouverture subtriangulaire; canal droit et court.

Hauteur : 3 centimètres.

On trouve cette coquille en grande abondance dans les calcaires blancs de Lacerlau et dans les calcaires à *Rhynchonella decorata* de Rumigny et d'Eparcy.

Cerithium costigerum, Piette, Pl. V, fig. 36.

Coquille renflée, composée de tours presque droits, ornés de côtes longitudinales qui se terminent en pointe près de la suture postérieure et de stries transversales très fines; dessous du dernier tour strié; canal long, presque droit; ouverture petite.

Cette coquille a 4 millimètres de hauteur dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy, et 14 millimètres dans les calcaires à *Rhynchonella decorata* de Rumigny.

Cerithium granuligerum, Piette, Pl. V, fig. 31, et Pl. VII, fig. 1.

Coquille turriculée, allongée ; tours presque droits, ornés ordinairement de stries longitudinales, peu apparentes et irrégulières, entre lesquelles on voit des stries plus fines. La grosseur et le nombre des stries et des granules sont très variables ; columelle mince, aplatie, arquée, pourvue d'un encroûtement qui est assez fort pour simuler sur certains spécimens une sorte d'ombilic rudimentaire ; bord libre, arqué; canal court; dessous du dernier tour strié.

Ce fossile, qui atteint la taille de 25 millimètres, est très commun dans les calcaires blancs de Bulson.

Cerithium minuestriatum, Piette, Pl. V, fig. 30.

Coquille turriculée, ornée postérieurement d'une rangée de granulations près de la suture. Lorsqu'on a de bons yeux, on peut voir sur les tours des stries longitudinales extrêmement fines et rapprochées les unes des autres. Il aurait fallu ne pas dessiner ces stries pour laisser au fossile l'aspect qu'il présente au premier coup d'œil. Il m'a été impossible de les faire assez minces et assez rapprochées ; cependant j'ai représenté le fossile fortement grossi.

On trouve ce *Cerithium* dans les calcaires blancs d'Éparcy; sa forme générale et le nombre des stries sont les différences qui séparent cette espèce du *Cerithium insculpatum.*

Cerithium cœlatum, Piette, Pl. V, fig. 28.

Coquille turriculée, allongée ; tours presque droits, ornés d'une rangée de granulations près de la suture, et d'une rangée de côtes longitudinales parcourues par des stries tranverses.

Hauteur, 11 millimètres.

Cette espèce est abondante dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy.

Cerithium rupticostatum, Piette, Pl. V, fig. 26.

Coquille conique, terminée en pointe, ornée de côtes longitudinales parcourues par des stries transversales. Les côtes sont interrompues vers leur milieu. Une rangée de granules accompagne la suture. Ouverture subquadrangulaire ; canal très court.

Hauteur, 5 millimètres.

Cette coquille est abondante dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy.

Cerithium bigranuliferum, Piette, Pl. V, fig. 27.

Coquille turriculée, allongée, transversalement striée. Tours ornés de deux rangées tranversales de granules, et d'une rangée de côtes longitudinales minces et serrées les unes contre les autres.

Hauteur, 8 millimètres.

Cette coquille gît dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy ; elle est rare.

Cerithium Bouchardi, Piette, Pl. V, fig. 25.

Coquille turriculée, allongée, transversalement striée, ornée de stries tranversales et de crénulations qui se prolongent sous forme de côtes.

Hauteur, 15 millimètres.

Elle gît dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy. Rare.

Cerithium Haanni, Piette, Pl. V, fig. 24.

Coquille turriculée, allongée, ornée de stries transversales granuleuses et d'un petit bourrelet près de la suture.

Cette coquille, dont la taille est de 12 millimètres, gît dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy. Rare.

Cerithium opulentum, Piette, Pl. VIII, fig. 6.

Coquille turriculée, ornée de stries transversales granuleuses sur le dernier tour, et de côtes longitudinales traversées par des stries transversales sur tous les autres. Une rangée de granulations accompagne la suture. Cette espèce n'est peut-être qu'une variété du *Cerithium semi-costulatum*. Sa taille est de 18 millimètres. On la trouve dans les calcaires marneux de Rumigny.

Cerithium scaliforme, Piette, Pl. V, fig. 33.

Coquille conique; tours droits, ornés près de la suture d'une rangée de granulations qui forme un faible bourrelet sur certains individus. Un grand nombre de petites stries granuleuses, parmi lesquelles deux sont plus visibles que les autres, parcourent transversalement la coquille. Ouverture subquadrangulaire, assez large. Canal presque droit.

Hauteur, 12 millimètres.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy.

Cerithium Desplanchei, Piette, Pl. VIII, fig. 7.

Coquille trochoïde, allongée; spire formant un angle convexe; tours transversalement striés; côtes longitudinales, minces et espacées, se correspondant d'un tour à l'autre.

Hauteur, 1 millimètre.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy.

Cerithium incomptum, Piette, Pl. VII, fig. 8.

Coquille conique, lisse; tours légèrement convexes; canal court, presque droit.

Hauteur, 2 millimètres.

Calcaire blanc inférieur du bois d'Éparcy.

Cerithium bicoronatum, Piette, Pl. VII, fig. 3, 4 et 5.

Cette élégante coquille, qui par ses caractères participe autant des *Purpurina* que des *Cerithium*, a la spire allongée; le canal court, droit; l'ouverture plus large que longue, et les tours convexes.

Deux côtes transversales, se croisant avec d'étroites côtes longitudinales, forment à leur rencontre deux rangées de nodules. La figure 4 représente une variété dont les nodules sont seuls apparents.

Hauteur, 2 millimètres.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy, assez nombreux.

Cerithium regale, Piette, Pl. VII, fig. 2.

Coquille turriculée; une rangée de granulations et des côtes longitudinales forment les ornements de la spire.

Hauteur, 2 millimètres.

Calcaires blancs du bois d'Éparcy.

Cerithium funiculigerum, Piette, Pl. VII, fig. 17.

Coquille turriculée, allongée, ornée sur chaque tour d'une cordelette granuleuse et de deux stries transversales; stries longitudinales très fines, correspondant aux granulations; suture profonde; dessous du dernier tour strié.

Hauteur, 30 millimètres.

Calcaire à *Rhynchonella decorata* d'Éparcy.

Cerithium acinosum, Piette, Pl. V, fig. 29.

Coquille turriculée, allongée; tours droits, crénelés postérieurement; suture canaliculée; dessous du dernier tour orné de trois stries, dont une seule est bien accentuée.

Hauteur, 25 millimètres.

Calcaires blancs inférieurs; bois d'Éparcy.

Cerithium bicoroniferum, Piette, Pl. VII, fig. 11.

Coquille ventrue; tours étagés, ornés d'une rangée de petites côtes longitudinales, au-dessous de laquelle est une rangée de granulations.

Hauteur, 20 millimètres.

Calcaire à *Rhynchonella decorata* d'Éparcy.

Cerithium flammuligerum, Piette, Pl. V, fig. 32.

Coquille turriculée, allongée, ornée d'un grand nombre de côtes longitudinales, minces et flexueuses; suture enfoncée.

Hauteur, 20 millimètres.

Calcaire blanc d'Éparcy.

Cerithium tuberculigerum, Piette, Pl. VIII, fig. 12 et 13.

Coquille turriculée, allongée, transversalement striée. Une rangée de gros tubercules et une rangée de petites granulations forment les ornements de cette coquille ; dessous du dernier tour strié ; canal allongé, presque droit ; ouverture subquadrangulaire.

Hauteur, 8 millimètres.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy.

Cerithium undans, Piette, Pl. VII, fig. 12.

Coquille turriculée, allongée ; tours étagés, ornés de fines côtes obliques et onduleuses. Columelle arrondie ; canal légèrement rejeté en arrière. Ouverture subovale.

Hauteur : 5 centimètres.

Calcaire blanc de Bulson.

Cerithium extensum, Piette, Pl. VII, fig. 10.

Coquille turriculée, allongée ; spire ornée de côtes longitudinales. Le dernier tour est très allongé. Canal très long, presque droit. Ouverture subovale.

Hauteur : 30 millimètres.

Calcaire blanc de Bulson.

Cerithium multiforme, Piette, Pl. V, fig. 37, 38 et 39, Pl. VIII, fig. 4.

Coquille turriculée, plus ou moins allongée, ornée de côtes longitudinales nombreuses assez grosses et de fines stries transversales. Canal court, presque droit. Ouverture petite.

Cerithium Nystii, d'Arch., Pl. VIII, fig. 1.

J'ai dessiné une variété de cette espèce. Elle est moins allongée que celle décrite par M. d'Archiac, et, vues d'un certain aspect, les stries qui se croisent sur son test semblent des rangées de granulations.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy.

Cerithium? elegantulum, Piette, Pl. VII, fig. 6 et 7.

Cette coquille, qui par ses caractères se rapproche autant des *Purpurina* que des *Cerithium*, n'a que trois millimètres de hauteur. Une rangée de granulations, des côtes longitudinales rapprochées les unes

des autres, et quelques stries transversales forment les ornements de sa spire. Dessous du dernier tour strié. L'ouverture du seul individu que je possède est brisée.

Calcaire blanc d'Éparcy.

Cerithium? pinguescens, Piette, Pl. VII, fig. 19 et 20.

Coquille ventrue, globuleuse, terminée en pointe. Tours ornés de côtes longitudinales, obliques, pourvus postérieurement d'une rampe à peine visible. Dernier tour très enveloppant. L'ouverture du seul spécimen que je possède n'est pas en assez bon état pour que l'on puisse dire si c'est un *Cerithium* ou un *Tubifer*.

Hauteur : 3 millimètres.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy. Rare.

Cerithium multistriatum, Piette, Pl. V, fig. 13 et 14.

Cette coquille, dont je ne possède qu'un seul individu, a le canal assez long, presque droit, les tours convexes et couverts transversalement de stries régulières.

Hauteur du fragment que je possède : 4 millimètres.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy.

Cerithium ovale, Piette, Pl. V, fig. 6 et 7.

Coquille turriculée, ovale, ornée de côtes longitudinales. Tours peu nombreux. Canal droit, assez long, bord libre brisé.

Calcaire blanc inférieur : bois d'Éparcy.

Cerithium multicostatum, Piette, Pl. V, fig. 5.

Coquille turriculée. Tours convexes. Le dernier est plus développé que les autres. Côtes longitudinales. Stries transversales. Bord libre, brisé dans tous les spécimens que je possède. Canal droit et court. Je ne rapporte cette coquille aux *Cerithium* qu'avec hésitation. Peut-être est-ce un *Tubifer* ou une *Purpurina*.

Hauteur : 3 millimètres.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy.

Cerithium bulsonense, Piette, Pl. VII, fig. 9.

Coquille lisse. Tours étagés, droits. Canal assez long.

Hauteur : 4 millimètres.

Calcaire blanc de Bulson. Rare.

Cerithium ? undulans, Piette, Pl. VII, fig. 15.

Coquille turriculée, ayant 25 ou 30 millimètres de hauteur. Tours à peine convexes, ornés de côtes longitudinales flexueuses très rapprochées les unes des autres et de stries transversales à peine visibles. On trouve cette coquille dans les calcaires à *Nerinea patella* de Rumigny (1). Elle n'est pas rare. L'ouverture n'étant pas complète, il serait difficile de dire si c'est un *Cerithium* ou une Turritelle.

Cerithium quasinudum, Piette, Pl. VIII, fig. 17.

Coquille conique, lisse, ornée sur les premiers tours de côtes longitudinales qui se correspondent d'un tour à l'autre.

Hauteur : 20 millimètres.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy.

Cerithium venustum, Piette, Pl. VII, fig. 18.

Coquille turriculée, allongée; suture canaliculée; tours presque droits, ornés de stries transversales qui se croisent avec des stries longitudinales de manière à former des rangées de granulations.

Hauteur : 12 millimètres.

On trouve cette coquille à Rumigny dans les calcaires à *Nerinea patella* en compagnie de la *Rhynchonella Hopkinsii*.

Cerithium margaritiferum, Piette, Pl. VI, fig. 1, 2 et 3, et Pl. VII, fig. 13.

Syn. *Nerinea margaritifera?* d'Arch.

Grande coquille dont la taille dépasse un décimètre. Spire formant un angle légèrement convexe. Une rangée de turbercules ovales orne les tours postérieurement. Antérieurement, ils sont parcourus par une ou deux cordelettes transversales. Stries d'accroissement nombreuses. Dessous du dernier tour orné de côtes transversales dont le nombre varie de six à neuf. Ouverture subovale, échancrée et pres-

(1) Les calcaires à *Nerinea patella* sont très développés dans un grand nombre de localités, ailleurs que dans les Ardennes et dans l'Aisne. Dans le Boulonnais, par exemple, ils sont très remarquables. Si l'on voulait les caractériser par un fossile plus abondant et plus généralement répandu que les *Nerinea patella*, il faudrait appeler ces assises calcaires à *Rhynchonella Hopkinsii*.

que canaliculée postérieurement, se terminant antérieurement en un long canal presque droit. Bord libre arqué, plissé. Columelle arrondie, recouverte par un encroûtement.

Cette magnifique coquille, voisine par ses ornements de l'*Eustoma tuberculosa*, auquel j'avais cru devoir d'abord la rapporter, est un véritable *Cerithium*.

On la trouve dans les calcaires blancs inférieurs et dans les calcaires à *Rhynchonella decorata* de Rumigny, d'Éparcy et d'Aubenton.

Je crois devoir rapporter à cette espèce la *Nerinea margaritifera* de M. d'Archiac. Le fossile qu'il a fait figurer diffère du nôtre par la rondeur de ses tubercules et par la faiblesse des côtes du dernier tour; mais c'est probablement une faute du dessinateur.

J'ai scié plusieurs coquilles pour voir si le fossile que je décris est une Nérinée comme l'a pensé M. d'Archiac. L'adulte ne m'a présenté aucun pli. Mais j'ai observé sur le jeune un pli à peine visible à la columelle et deux autres très rapprochés, mais plus difficiles encore à voir à l'œil nu. La fig. 13, Pl. VII, et la fig. 2, Pl. VI, représentent des fossiles où ces plis sont apparents; mais j'ai dû les exagérer, en les dessinant, pour les rendre visibles. La coquille que je décris présente du reste tous les caractères des *Cerithium*, et elle est *Cerithium* au même titre que le *Cerithium giganteum*, et que beaucoup d'autres *Cerithium* dont la classification est incontestée.

Cerithium portuliferum, Piette, Pl. V, fig. 35.

Coquille turriculée, allongée, transversalement striée, ornée de côtes longitudinales très fines.

Hauteur : 5 millimètres.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy.

GENRE FIBULA.

Le principal caractère de ce genre est d'avoir une columelle droite. Le bord libre est arqué, légèrement échancré à sa partie postérieure, près de la suture. L'ombilic n'est souvent que rudimentaire, à peine indiqué et affectant seulement la columelle externe. D'autres fois, il pénètre toute la spire. Un caractère très curieux que j'ai remarqué sur plusieurs espèces de ce genre, mais que je n'ai pu encore constater sur toutes, c'est que la columelle se termine parfois antérieurement par un canal rudimentaire; que le mollusque forme ce canal et le rebouche tour à tour, pour le former ensuite de nouveau en grandissant. La fig. 6, Pl. VI, représente un individu qui est pris sur le

fait : à la partie antérieure de l'ouverture, on remarque un canal; mais déjà, à l'époque où il a péri, l'animal ne s'en servait plus, car on voit une cloison qui en ferme complétement l'entrée. Ainsi, il arrive souvent que parmi plusieurs *Fibula* d'une même espèce, les unes semblent se rapprocher des *Cerithium*, les autres des Turritelles. Cela dépend du moment où elles ont péri.

Fibula undulosa, Piette, Pl. VI, fig. 6, 7 et 8.

Cette coquille que j'ai décrite en 1855, sous le nom de *Cerithium undulosum*, se rapproche des *Bulimus* par plusieurs caractères ; ses tours sont droits, pourvus d'une faible rampe, comme cela arrive ordinairement aux *Fibula*. Des côtes longitudinales obliques brisées et onduleuses paraissent sur les premiers tours de la coquille; sur les derniers on ne voit guère que des stries d'accroissement; columelle externe, large, ombiliquée, encroûtée ; un canal rudimentaire se forme quelquefois ; ouverture large, bord libre onduleux.

Calcaire blanc inférieur et calcaire à *Rhynchonella decorata* de Rumigny, d'Éparcy et de Bulson.

Cette coquille atteint 6 centimètres de hauteur.

Fibula nudiformis, Piette, Pl. VI, fig. 4 et 5.

Cette coquille que j'ai décrite en 1855, sous le nom de *Cerithium nudiforme*, a la spire lisse, un peu ventrue, le dernier tour plus développé que les autres, la columelle ronde, rectiligne, le bord libre, arqué, l'ombilic nul sur les jeunes, rudimentaire sur les adultes.

Hauteur : 4 centimètres.

Cette coquille caractérise les assises où gisent les *Nerinea patella* et les *Rhynchonella Hopkinsii*.

Rumigny, Éparcy, Poix, But, etc.

Fibula Royssii, Piette, Pl. VIII, fig. 2 et 3.

Cette espèce, dont la taille atteint 8 centimètres, a été décrite par M. d'Archiac sous le nom de *Turritella Royssii*, et par MM. Morris et Lycett sous celui de *Cerithium Royssii*; ses tours sont droits, convexes ou concaves selon les individus ; cependant la convexité des tours indique ordinairement l'âge adulte. Des stries transversales, dont M. d'Archiac a donné une bonne description, forment l'ornementation de la coquille; suture bordée dans le jeune âge et souvent même dans l'âge adulte par deux cordelettes saillantes ; base un peu convexe et nettement limitée par le bord anguleux du dernier tour ;

ouverture quadrangulaire ; ombilic profond ; columelle large, encroûtée de calcaire ; bord libre sinueux postérieurement ; un canal rudimentaire se forme quelquefois.

Ce fossile caractérise les assises les plus récentes des calcaires blancs inférieurs. Bucilly, Martigny, Éparcy.

GENRE TUBIFER.

Les Tubifer sont des coquilles dont le dernier tour est plus ou moins enveloppant et affecte souvent une forme cylindrique. Leurs principaux caractères sont d'avoir le bord libre, droit et long, la columelle rectiligne et le canal rectiligne. Ce canal suit la columelle externe dans toute sa longueur ; peu importe qu'il pénètre plus ou moins profondément dans son intérieur, ou que ce soit simplement une gouttière qui la suive dans toute sa longueur; pourvu qu'il trouve issue à l'extrémité de cette columelle et qu'il la limite à la base, les caractères de ce genre sont suffisamment accusés. J'ai cru ces réflexions nécessaires pour faire connaître en quoi consiste le canal des *Tubifer* et pour répondre à quelques objections qui m'avaient été posées contre ce genre qui embrasse un des groupes les plus naturels et les plus nombreux des mollusques jurassiques.

Tubifer bicostatus, Piette, Pl. VII, fig. 14 et 21.

Cette coquille que j'ai décrite en 1845, sous le nom de *Cerithium bicostatum*, a 10 millimètres de hauteur. Elle a une columelle droite le long de laquelle est une gouttière assez longue, droite, et un bord libre, parallèle à la gouttière. Les tours sont pourvus postérieurement d'une très faible rampe. Ils sont ornés de deux rangées de côtes longitudinales minces et un peu obliques, superposées l'une à l'autre. Calcaire blanc de Bulson.

Tubifer Petri, Piette (Arch. sp.), Pl.V, fig. 12, et Pl.VIII, fig. 10.

Cette coquille, décrite par M. d'Archiac sous le nom de *Cerithium Petri*, a la columelle droite, pleine, arrondie, le bord libre tombant et droit comme celui des *Orthostoma*, la gouttière droite et suivant la columelle. Elle présente tous les caractères des *Tubifer*. L'individu dessiné dans l'ouvrage de M. d'Archiac avait l'ouverture brisée. Calcaire blanc du bois d'Éparcy. Nombreux.

GENRE PURPURINA.

Purpurina? bellula, Piette, Pl. VIII, fig. 11.

Coquille turriculée, composée d'un petit nombre de tours très convexes, anguleux, couverts de fines stries transversales et de côtes longitudinales. Cette espèce que j'avais décrite le 18 juin 1855, sous le nom de *Cerithium bellulum*, est très voisine du *Fusus Rœmeri*, mais ses tours sont plus convexes, et la carène qu'ils présentent est située seulement au tiers de chaque tour à partir de la suture postérieure.

Hauteur : 2 millimètres.

Bois d'Éparcy. Nombreux.

Purpurina Dumonti, Piette, Pl. VIII, fig. 16, et Pl. V, fig. 4.

Coquille turriculée, allongée; tours carénés, ornés de côtes longitudinales assez minces et de stries transversales très fines.

Cette jolie coquille, dont la taille ne dépasse pas 2 millimètres, gît dans les calcaires blancs du bois d'Éparcy. Elle est très rare. Je l'ai dédiée à M. Dumont.

GENRE TURRITELLA.

Les Turritelles, qui forment à mon avis un genre distinct des *Chemnitzia*, sont abondantes dans les dépôts que la mer oolithique a formés sur les flancs du massif Ardennais.

Turritella trochiformis, Piette, Pl. VIII, fig. 5.

Coquille turriculée, allongée, lisse; tours presque droits; ouverture large, subquadrangulaire. Cette coquille est abondante dans les calcaires marneux de Rumigny, d'Hannapes et de la Fosse à l'eau. On la trouve aussi dans le gîte de Tellancourt (Moselle) (1).

Il y a des individus beaucoup moins allongés que celui que j'ai dessiné.

Hauteur : 16 millimètres.

---

(1) Je place le gîte de Tellancourt dans la grande oolithe ; mais je donne ici au mot de grande oolithe son sens le plus étendu. Peut-être doit-on abaisser l'horizon de Tellancourt dans le fuller's earth.

Turritella arduennensis, Piette, Pl. VIII, fig. 9.

Coquille turriculée, allongée, lisse ; tours droits, mais étranglés près de la suture postérieure; ouverture subquadrangulaire, acuminée en avant ; bord libre proéminent, échancré vers la base et près de la suture.

Hauteur : 18 millimètres.

Calcaire marneux de Rumigny. Assez rare.

Turritella fluens, Piette, Pl. VII, fig. 16.

Coquille allongée ; tours droits, ornés de côtes longitudinales flexueuses, minces et espacées, et de stries transversales si fines qu'on les voit à peine.

Hauteur : 30 millimètres.

Cette coquille était contemporaine des *Nerinea patella* et des *Rhynchonella Hopkinsii* ; on la trouve à Rumigny.

Rissoa? elegantula, Piette, Pl. VI, fig. 8.

Coquille turriculée, allongée ; tours bicarénés, ornés de côtes minces et longitudinales qoi se croisent avec deux côtes ou carènes également minces ; dessous du dernier tour strié ; ouverture oblique, arrondie.

Hauteur : 3 millimètres.

Calcaire blanc du bois d'Éparcy.

En 1855 j'ai désigné cette coquille sous le nom de *Chemnitzia elegans*. Mais l'ouverture ne présente en aucune façon les caractères du genre *Chemnitzia*. Quoique plus voisine des *Melania*, elle ne me paraît pas en être une. Elle appartient à un type très fréquent dans la grande oolithe. C'est à ce type qu'appartient aussi le *Cerithium strangulatum* de M. d'Archiac. Je rapporte provisoirement ces coquilles au genre *Rissoa*.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche V.

1. *Cerithium insculpatum*, Piette.
2. — *semiundans*, Piette.
3. — *thiariforme*, Piette.
4. *Purpurina Dumonti*, Piette.
5. *Cerithium multicostatum*, Piette.
6. *Cerithium ovale*, Piette.
7. *Id.*
8. — *rumignyense*, Piette.
9. — *Murchisoni*, d'Arch. sp.
10. — *fibula*, Piette.
11. — *pentagonum*, d'Arch.
12. *Tubifer Petri*, d'Arch. sp.

13. *Cerithium multistriatum*, Piette.
14. *Id.*
15. — *humile*, Piette.
16. — *multivolutum*, Piette.
17. *Id.*
18. *Id.*
19. — *Dewalquei*, Piette.
20. — *multivolutum*, Piette.
21. — *Omalii*, Piette.
22. — *inornatum*, Piette.
23. *Id.*
24. — *Haanni*, Piette.
25. — *Bouchardi*, Piette.
26. — *rupticostatum*, Piette.
27. — *bigranuliferum*, Piette.
28. *Cerithium cœlatum*, Piette.
29. — *acinosum*, Piette.
30. — *minuestriatum*, Piette.
31. — *granuligerum*, Piette.
32. — *flammuligerum*, Piette.
33. — *scaliforme*, Piette.
34. — *coniforme*, Piette.
35. — *portuliferum*, Piette.
36. — *costigerum*, Piette.
37. — *multiforme*, Piette.
38. *Id.*
39. *Id.*
40. — *Chapuiscum*, Piette.
41. — *Barrandei*, Piette.

Planche VI.

1. *Cerithium margaritiferum*, Piette.
2. *Id.*
3. *Id.*
4. *Fibula nudiformis*, Piette.
5. *Id.*
6. — *undulosa*, Piette.
7. *Id.*
8. *Id.*

Planche VII.

1. *Cerithium granuliferum*, Piette.
2. — *regale*, Piette.
3. — *bicoronatum*, Piette.
4. *Id.*
5. *Id.*
6. — *elegantulum*, Piette.
7. *Id.*
8. — *incomptum*, Piette.
9. — *Bulsonense*, Piette.
10. — *extensum*, Piette.
11. — *bicoroniferum*, Piette.
12. *Cerithium undans*, Piette.
13. — *margaritiferum*, Piette.
14. *Tubifer bicostatus*, Piette.
15. *Cerithium undulans*, Piette.
16. *Turritella fluens*, Piette.
17. *Cerithium funiculigerum*, Piette.
18. — *venustum*, Piette.
19. — *pinguescens*, Piette.
20. *Id.*
21. *Tubifer bicostatus*, Piette.

Planche VIII.

1. *Cerithium Nystii*, d'Arch.
2. *Fibula Royssii*, d'Arch. sp.
3. *Id.*
4. *Cerithium* multiforme, Piette.
5. *Turritella trochiformis*, Piette.
6. *Cerithium opulentum*, Piette.
7. — *Desplanchei*, Piette.
8. *Rissoa elegantula*, Piette.
9. *Turritella arduennensis*, Piette.
10. *Tubifer Petri*, Piette.

11. *Purpurina bellula*, Piette.
12. *Cerithium tuberculiferum*, Piette.
13. *Id.*
14. — *thiariforme*, Piette.
15. *Cerithium thiariforme*, Piette.
16. *Purpurina Dumonti*, Piette.
17. *Cerithium funiculigerum*, Piette.

M. Scipion Gras fait la communication suivante :

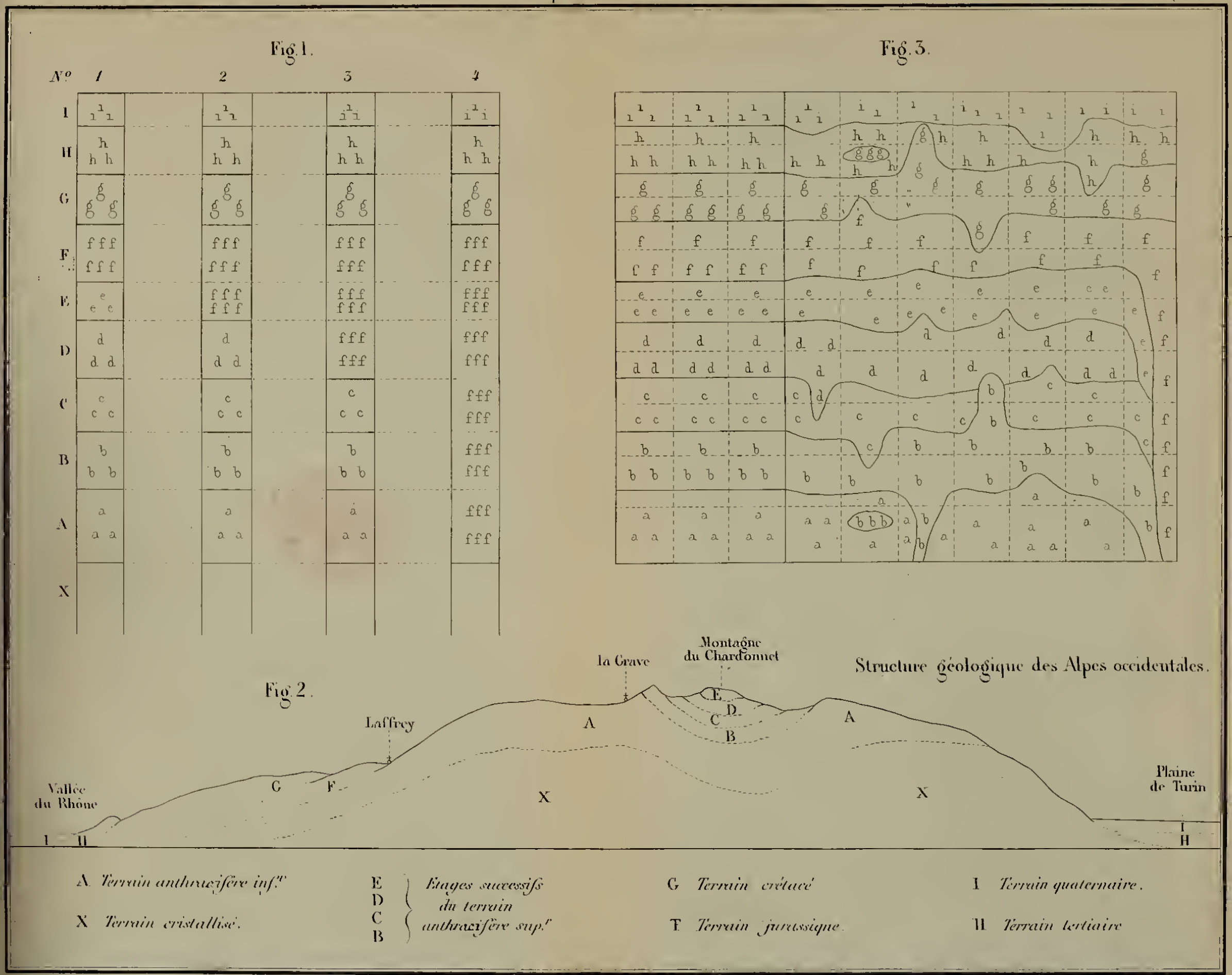
Sur la réalité de l'association des plantes houillères aux coquilles liasiques dans les Alpes, et comment on peut l'expliquer, par M. Scipion Gras.

Les caractères exceptionnels du terrain anthracifère dans les Alpes, sous le rapport paléontologique, ont certainement une grande importance ; car ils sont intimement liés à une question du plus haut intérêt, celle des lois qui ont présidé à la naissance, à la propagation et à l'extinction des diverses races dont nous connaissons les restes fossiles. Aussi a-t-on accueilli avec faveur les nouveaux documents sur ce sujet que renferme le tome XII du *Bulletin de la Société géologique*, ainsi que le mémoire récapitulatif publié par M. Albert Gaudry sous le titre de : *Résumé des travaux qui ont été entrepris sur les terrains anthracifères des Alpes de la France et de la Savoie* (1). Maintenant que toutes les pièces propres à éclairer la question ont été indiquées et soumises à l'appréciation des géologues, nous allons essayer d'en tirer quelques conséquences, et faire un nouvel effort pour arriver à une solution.

En laissant de côté les observations de détail, les explications et les hypothèses, pour ne considérer que ce que nous savons de positif sur l'ensemble du terrain anthracifère, il reste les trois faits suivants : 1° on trouve dans le grès à anthracite de la Tarentaise et des contrées adjacentes des empreintes végétales identiques avec celles du terrain houiller ; 2° les couches calcaires associées à ces grès renferment des coquilles d'espèces propres au lias ; 3° il y a une alternance réelle et répétée entre les grès et les calcaires. Nous mettons cette dernière proposition sur la même ligne que les deux premières, quant à la certitude. En effet, l'alternance réelle de deux systèmes de couches, déduite d'une suite de superpositions rigoureusement constatées, est un fait qui tombe sous les sens, et qui est même susceptible de plus d'évidence que

(1) *Bulletin*, 2e série, t. XII, p. 580. Voy. aussi les p. 636 et 642

Note sur l'association des plantes houillères aux coquilles liasiques dans les Alpes
par M. Sc. GRAS.



Gravée chez Avril f.res rue des Bernardins 18.
Imp. Kaeppelin. Paris.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

l'identité complète de telle empreinte végétale ou de telle coquille avec des espèces déjà connues. Lorsqu'un pareil fait a été donné comme certain par des observateurs aussi éminents que MM. Brochant et Élie de Beaumont, et qu'en outre il a été vérifié par tous les géologues qui depuis ont visité les lieux, nous pensons qu'il ne saurait être l'objet d'aucun doute (1). De l'association alternative des grès et des calcaires, MM. Brochant et Élie de Beaumont ont conclu que ces deux systèmes de roches appartenaient à la même époque géologique. C'est ici surtout que commencent les dissidences. On allègue que deux systèmes de couches peuvent, dans certains cas, alterner sans être contemporains. Cela est vrai ; on le conçoit au moins théoriquement ; mais il faut pour cela des dislocations compliquées et certainement très rares. Les failles donnent lieu à des alternances apparentes et non pas réelles, à moins qu'elles ne soient accompagnées d'un glissement général du terrain soulevé sur la partie restée en place (2). Le simple renversement de deux terrains contigus, quel que soit l'arc de cercle qu'ils aient décrit, ne fait que changer leur position relative sans les mêler. Il n'y a réellement que des couches contournées à angle aigu et plusieurs fois repliées sur elles-mêmes qui puissent s'intercaler les unes dans les autres, malgré leur différence d'âge. En accordant que de pareilles dislocations soient possibles, nous ferons remarquer qu'elles sont de nature à être constatées par l'observation. Des failles, des glissements de couches, des con-

---

(1) Dans une notice communiquée récemment à la Société (*Bulletin*, t. XIII, p. 146), M. Studer ne paraît pas accorder une grande confiance aux observations stratigraphiques faites dans les Alpes ; il motive ses doutes sur ce fait que, dans diverses contrées de la Suisse, le terrain nummulitique *semble* servir de base à des couches jurassiques et crétacées, et que, depuis le lac de Genève jusqu'en Bavière, la mollasse plonge sous le terrain secondaire. Ces apparences de superposition anormale ne sont pas particulières à la Suisse ; on les rencontre à chaque pas dans les Alpes du Dauphiné et de la Savoie ; mais confondre de pareilles apparences avec des superpositions positives, évidentes, et les donner pour telles, serait une erreur bien grande, et qui annoncerait beaucoup de légèreté. Nous pouvons assurer à M. Studer que ni M. Brochant ni M. Élie de Beaumont ne l'ont commise, et que nous-même, quoique moins habile, nous avons su nous en préserver.

(2) Nous devons faire observer que de pareils glissements sont en général impossibles ; ils ne peuvent avoir lieu que dans le cas très rare où il y a une coïncidence exacte entre la ligne de fracture du sol et la direction de la stratification.

tournements multipliés dans la stratification, sont des phénomènes très apparents, surtout s'ils se sont produits sur une grande échelle et dans un pays dont la structure géologique est mise à découvert par des escarpements de plusieurs centaines de mètres de hauteur, ainsi que cela a lieu dans les Alpes. Or, parmi les géologues qui ont étudié le terrain anthracifère, aucun n'a aperçu les accidents compliqués que l'on suppose si gratuitement. M. Brochant dit positivement que dans la Tarentaise la stratification est *très régulière*. Voici ses expressions : « La stratification est très régulière » et s'écarte peu de la verticale. Les roches ne sont point contour- » nées en grand comme les calcaires secondaires. Certaines roches » schisteuses présentent, il est vrai, des contournements ou plutôt » des ondulations dans leurs feuillets, mais ces roches sont rares, » et les surfaces de leurs bancs, vues en grand, peuvent être con- » sidérées comme planes (1). » Cette régularité de stratification n'est pas particulière à la Tarentaise ; nous l'avons observée également dans la Maurienne et dans l'arrondissement de Briançon, et, comme M. Brochant, nous avons été frappé de ce fait, que les plissements aigus, assez communs dans les couches jurassiques, crétacées et nummulitiques, manquaient dans le terrain anthracifère. De son côté, M. Sismonda a affirmé qu'on n'avait vu nulle part les plissements invoqués comme explication par quelques membres de la Société géologique, lors de sa réunion extraordinaire à Chambéry (2). Cette assertion a aussi pour elle l'autorité de M. Élie de Beaumont, et on ne lui a jamais opposé un seul fait. Ainsi donc, s'il existe des contournements ou d'autres accidents de stratification qui aient produit l'alternance des calcaires et des grès à anthracite dans le Briançonnais et dans la Tarentaise, ils sont invisibles pour tout le monde. Une pareille supposition n'est-elle pas plus invraisemblable que le fait même de l'existence des plantes houillères et des coquilles du lias dans le sein du même terrain.

Au reste, l'hypothèse extrême de dislocations compliquées, existantes sur une surface d'une immense étendue et cependant partout invisibles, ne serait pas même suffisante pour arriver à séparer géologiquement les grès à empreintes des calcaires ; car parmi ces derniers, ceux qui constituent la partie supérieure du terrain à anthracite ont des caractères particuliers, constants, qui les distinguent nettement, soit du vrai lias, soit de l'étage oxfor-

(1) *Journal des mines*, t. XXIII, p. 332.
(2) *Bulletin*, t. I, 2e série, p. 671.

dien. Il n'y a à coup sûr aucune ressemblance, d'une part, entre les puissantes assises de calcaire grenu et de brèche de couleur claire, pénétrées de quartz, de talc et même de feldspath, qui, dans une partie du Dauphiné, de la Savoie et du Piémont, accompagnent les plantes houillères, et, d'autre part, les marnes et les calcaires noirs schisteux, divisés en strates peu épais, qui, dans le comté de Nice, le Var, les Basses-Alpes, l'Isère, la Savoie et la Suisse, renferment des Gryphées arquées et des fossiles oxfordiens (1). Ce n'est pas seulement sur quelques points, mais dans leur ensemble, et depuis une extrémité des Alpes jusqu'à l'autre, que ces deux systèmes de couches offrent un si grand contraste. On dira peut-être que cette opposition de caractères est due à des altérations métamorphiques, mais cela est inadmissible; car, outre que le métamorphisme ne saurait décupler la puissance moyenne des couches, on serait conduit à cette conséquence singulière que le calcaire jurassique dans les Alpes ne prend les caractères d'une roche de transition que lorsqu'il est associé aux plantes houillères, et qu'il les perd dès qu'il renferme des Gryphées arquées ou des coquilles de l'Oxford-clay. Les premiers fossiles auraient eu la propriété d'attirer les altérations métamorphiques et les seconds celle de les repousser. Sans doute, peu de géologues seront disposés à soutenir une pareille thèse. Les caractères du calcaire qui alterne avec les grès à empreintes étant spéciaux et paraissant dépendre de la présence de ces derniers, on doit en conclure qu'il y a entre eux une liaison géologique et non pas une simple juxta-position. Cette liaison géologique est d'ailleurs rendue évidente par une concordance souvent complète dans la stratification et par des passages minéralogiques. Nous

---

(1) Dans notre travail sur le terrain anthracifère inséré dans le tome V des *Annales des mines*, 1854, nous avons peu insisté sur les caractères minéralogiques de ce terrain, notre but ayant été surtout de faire connaître sa constitution géologique. Pour avoir une idée complète de ses roches, il faut recourir à l'excellent mémoire de M. Brochant déjà cité. On y verra que les calcaires de la Tarentaise, soit que l'on considère leur nature en petit ou leur aspect physique en grand, diffèrent essentiellement des couches beaucoup moins puissantes qui forment comme un premier revêtement à l'extérieur des Alpes centrales. Ces couches, dans lesquelles on a trouvé plus tard des Gryphées arquées et des fossiles oxfordiens, ont été distinguées, dès l'année 1806, par M. Brochant qui les considérait comme secondaires, tandis qu'il rapportait au terrain de transition les calcaires associés aux grès à anthracite.

ajouterons que si le terrain anthracifère, épais de plusieurs milliers de mètres, n'était, ainsi que l'ont supposé quelques géologues, qu'un mélange intime et mécanique de grès houiller et de calcaire liasique, rien n'approcherait de la confusion d'un pareil amalgame. Or, tout au contraire, les couches anthracifères se divisent naturellement en plusieurs grandes assises distinctes, superposées les unes aux autres, que l'on peut suivre d'une manière continue sur des longueurs de 15 à 20 lieues. Ces assises conservent leurs caractères généraux et leurs relations de position dans toute leur étendue. Nous avons reconnu en outre que, prises dans leur ensemble, elles offraient une disposition symétrique très remarquable. Il est évident qu'une structure en grand aussi régulière, constatée par les travaux de M. Élie de Beaumont, par ceux de M. Sismonda et par les nôtres, exclut la supposition d'un mélange hétérogène de deux groupes de roches d'un âge très différent, que des bouleversements inouïs auraient confondus, entrelacés, au point d'en faire une espèce de toile géologique. Un pareil terrain, s'il pouvait exister, serait l'image du chaos (1).

Nous croyons pouvoir conclure de ce qui précède, sans crainte de nous tromper, que l'alternance des grès à empreintes houillères et des calcaires à fossiles liasiques est naturelle dans les Alpes, et que par conséquent ces deux espèces de roches sont contemporaines dans le sens géologique attaché à ce mot. Nous pensons aussi que le terrain anthracifère, d'après l'ensemble de ses caractères dont nous avons présenté ailleurs le tableau (2) et sur lesquels nous reviendrons encore dans cette notice, est plus ancien que le terrain jurassique et doit être rapporté à la période paléozoïque (3). Il se présente alors une difficulté sérieuse que nous

---

(1) La supposition qu'il existe dans les Alpes un grand terrain *artificiel* formé de couches, les unes houillères, les autres jurassiques, alternant un grand nombre de fois entre elles, étroitement liées les unes aux autres, et simulant partout un dépôt naturel, est si étrange, que nous avons de la peine à croire qu'elle ait jamais été sérieusement admise. Il nous paraît beaucoup plus probable que les géologues, qui ont contesté l'homogénéité d'âge du terrain anthracifère, n'ont pas eu une idée nette de ce qu'était ce terrain.

(2) *Bulletin*, 2e série, t. XII, p. 255.

(3) Nos arguments à l'appui de cette opinion peuvent être résumés en quelques mots de la manière suivante :

Si le terrain anthracifère est un dépôt liasique dans le sein duquel la flore houillère s'est prolongée exceptionnellement, il faut que, abstraction faite de la flore, ce terrain soit semblable au lias; or, l'observation prouve le contraire : par sa composition minéralogique,

allons exposer très franchement et essayer ensuite de résoudre.

Les observations relatives aux corps fossiles, aux variations qu'ils ont subies dans leur organisation, et à l'ordre suivant lequel ces variations ont eu lieu, depuis les couches les plus anciennes du globe jusqu'aux plus récentes, sont aujourd'hui extrêmement multipliées. Elles ne sont plus bornées comme autrefois à quelques localités ; elles embrassent l'Europe entière et une partie du nouveau monde. Beaucoup ont été faites sur les points les plus reculés de l'Asie, de l'Afrique et jusque dans l'Océanie. Or, dit-on, l'ensemble des faits recueillis ne permet pas de douter que la distribution des fossiles ne soit soumise à des lois très belles et très générales, desquelles il résulte que les coquilles contemporaines des plantes carbonifères n'ont aucun rapport avec les espèces liasiques; ce sont des genres et même des familles d'animaux entièrement différents. Au-dessus des couches houillères, on trouve dans l'échelle des terrains le groupe permien, puis le groupe triasique, qui ni l'un ni l'autre ne renferment non plus des espèces du lias. Comment croire alors que, dans les Alpes, les coquilles propres à cette formation aient pu franchir d'un seul bond l'intervalle immense qui les sépare du terrain carbonifère, et, à plus forte raison, du dévonien et du silurien ! Si cela était vrai, ne verrait-on pas quelque part des passages intermédiaires. Il est certain que dans la géologie, comme dans toutes les branches des sciences naturelles, rien n'est régi par le hasard; il y a des lois constantes et générales. Vouloir les renverser en leur opposant un fait unique, que le temps expliquera sans doute, est une prétention tout à fait inadmissible. Voilà bien ce qui a été souvent répété à l'occasion des Alpes; on ne nous accusera pas d'avoir cherché à l'affaiblir. Nous répondons à l'objection en la retournant. Nous prenons pour point de départ ce fait dont on ne peut raisonnablement douter, qu'il y a dans les Alpes des coquilles liasiques qui ont vécu en même temps que les plantes houillères. Nous admettons aussi comme certain que des lois constantes,

---

son épaisseur, le nombre de ses étages, ses gîtes de combustible et ses relations stratigraphiques, le groupe anthracifère diffère énormément de tout dépôt jurassique, et notamment de celui que l'on observe dans l'intérieur même des Alpes.

De même, si le groupe anthracifère n'est autre chose qu'un terrain de transition renfermant des espèces liasiques, le fait sera facile à constater ; car dans ce cas, abstraction faite des coquilles, il y aura similitude entre l'ensemble des couches à anthracites et les formations paléozoïques : *c'est ce qui est vrai.*

générales, ont présidé à l'apparition et à l'extinction des anciens êtres organisés, et que le fait paléontologique des Alpes doit être en harmonie avec ces lois. Cela posé, puisque cette harmonie fait aujourd'hui défaut, nous en concluons que ce sont les lois elles-mêmes, telles qu'on les formule, qui ont été mal établies; on a tiré de fausses conséquences de l'observation. L'erreur doit se trouver quelque part : on ne saurait la placer dans un fait rigoureusement constaté, vérifié à plusieurs reprises, et que tout le monde peut vérifier encore ; elle existe donc dans les théories. Telle est la thèse que nous allons développer en nous aidant des travaux de plusieurs paléontologistes. Nous citerons particulièrement M. Barrande (1) qui admet comme nous, quoique dans des limites plus restreintes, que les idées actuelles sur la contemporanéité des coquilles de même espèce doivent être modifiées.

Pour mettre de l'ordre dans la discussion, nous rappellerons d'abord succinctement quels sont les principaux faits paléontologiques constatés en ce qui concerne les coquilles, ou plus généralement les animaux marins invertébrés.

Si, après avoir choisi un point de la surface terrestre où les roches de sédiment soient bien développées, on en fait la coupe géologique, on observe ordinairement que les couches se partagent en plusieurs groupes (Pl. IX) A, B, C... superposés les uns aux autres, et caractérisés chacun par un certain ensemble de coquilles *aaa*, *bbb*, *ccc*... que nous nommerons faunes coquillières. Quelquefois certaines espèces sont communes à deux faunes consécutives, mais c'est par exception, et ces espèces forment toujours une petite minorité. Si l'on se transporte sur un autre point pour faire la même étude, on remarque également une succession de plusieurs faunes coquillières, et de plus, en les comparant à celles de la première localité, on trouve presque toujours qu'il y en a de *semblables*. Cette similitude résulte, soit de la communauté de plusieurs espèces, soit plus généralement d'une ressemblance frappante de forme et d'organisation qui établit entre elles une liaison évidente. En multipliant ces observations dans des contrées souvent très éloignées les unes des autres, on est parvenu à une troisième loi extrêmement remarquable, savoir, qu'en général les diverses faunes se succèdent dans le même

(1) Voyez *Parallèle entre les dépôts de Bohême et de Scandinavie*, Prague, 1856, p. 33. M. Dumont, dont les géologues déplorent la perte récente, a soutenu encore plus largement la même doctrine (*Bulletin*, 2e série, t IV, p. 590).

ordre. Il peut bien y avoir des lacunes, ou, en d'autres termes, la série des faunes peut être plus complète sur un point que sur un autre, mais cela n'empêche pas que si l'une d'elles, *aaa*, par exemple, a été reconnue quelque part inférieure à une autre, *bbb*, leur position relative restera la même partout ailleurs. Nous disons que cela a lieu en général, car on a déjà observé quelques faits, en très petit nombre, il est vrai, qui font exception à cette loi ; nous les citerons plus tard. Quant aux causes qui ont produit les coquilles aujourd'hui fossiles et leur ont donné un ordre à peu près constant de superposition, elles sont loin d'être connues. La plupart des géologues pensent que le renouvellement des races coquillières a *toujours* coïncidé avec de grandes dislocations survenues à la surface du globe. Cette hypothèse, qui paraît d'abord plausible, est en défaut lorsque des couches caractérisées par des faunes différentes se succèdent en stratification parfaitement concordante, et en offrant une liaison aussi intime que si les coquilles n'avaient pas changé, ce qui arrive plus d'une fois. Dans certains cas, on voit même une faune persister et passer d'un groupe de couches à un autre, quoique dans l'intervalle il soit survenu des bouleversements très apparents. D'après ces faits et la grande variété de nature minéralogique des roches où l'on trouve enfouis les mêmes fossiles, quelques paléontologistes ont conjecturé que la succession des faunes coquillières avait été un phénomène indépendant des révolutions inorganiques. Si cette opinion est vraie, elle ne doit l'être que dans certaines limites, car la diversité des êtres actuellement existants étant étroitement liée aux conditions physiques des lieux qu'ils habitent, l'analogie nous conduit à admettre qu'il en a été de même autrefois. On voit combien cette question est entourée d'obscurités. En résumé, abstraction faite des causes que peut-être nous ne parviendrons jamais à pénétrer, il ne reste, comme expression immédiate de l'observation, que les trois faits suivants : 1° les coquilles fossiles se divisent en un certain nombre de faunes distinctes qui ont vécu successivement ; 2° les faunes coquillières des contrées même les plus éloignées sont liées entre elles par des ressemblances impossibles à méconnaître ; 3° les diverses faunes ont une position relative qui en général reste partout la même.

De ce que les diverses faunes coquillières conservent un ordre constant dans leur superposition, doit-on en conclure que celles qui sont semblables ont été *nécessairement contemporaines*. Cette conséquence a été généralement tirée ; cependant elle n'est point

rigoureuse. D'autres suppositions peuvent être également faites, sans contredire la troisième loi que nous venons d'énoncer. Rien n'empêche d'admettre, par exemple, que les causes, quelles qu'elles soient, qui ont donné naissance à une certaine faune, aient commencé à agir beaucoup plus tôt sur un point du globe que sur un autre ; d'où il a pu résulter que cette faune ait traversé dans quelques lieux plusieurs époques géologiques différentes. Comme c'est dans cette hypothèse qu'il faut chercher, à notre avis, une solution satisfaisante du cas particulier qu'offrent les Alpes, nous allons l'exposer avec détails, en montrant en même temps pourquoi les géologues ne s'y sont pas arrêtés, même lorsqu'elle était une réalité. Pour plus de clarté, nous nous aiderons d'une construction graphique.

Soit X, fig. 1, pl. IX, un terrain azoïque, et A, B, C, D, E, F, G, H, I, une suite de groupes fossilifères superposés les uns aux autres à partir de X, et caractérisés chacun par un certain ensemble de coquilles ; soit *aaa*, *bbb*, *ccc*, etc., ces diverses faunes coquillières. Cette série, que nous désignerons par le n° 1, formera la coupe géologique de la contrée ; il est clair d'ailleurs que l'on pourra considérer chacun de ses membres comme appartenant à une époque géologique distincte.

Transportons-nous sur un autre point où, comme dans la localité n° 1, le phénomène de la sédimentation et de la succession des fossiles se soit prolongé sans interruption depuis l'époque X jusqu'en I, mais admettons qu'ici les causes créatrices de la faune *fff* aient fait sentir leur influence dès le commencement de l'époque E, et qu'elles aient persisté jusqu'en F inclusivement. Alors les groupes A, B, C, D,... considérés sous le rapport zoologique, offriront une série n° 2 qui ne différera de la première que par l'absence des fossiles *eeee*. Si cette lacune paléontologique est remarquée par un observateur, il pourra l'expliquer de deux manières, soit en faisant la même supposition que nous, soit en admettant que pendant toute la durée de l'époque où les fossiles *eee* vivaient dans la localité n° 1, il ne s'est pas déposé de couches dans la localité n° 2. La première manière de voir, si elle s'est présentée à l'esprit des géologues, a été constamment rejetée ; la seconde, qui maintient le parallélisme chronologique des faunes semblables, a été partout invariablement admise. Cette doctrine remonte à la naissance de la paléontologie, et a été alors adoptée, parce qu'on s'est hâté de tirer des conséquences générales d'un petit nombre de faits (cela arrive souvent). Depuis elle a été for-

tifiée par le temps, et *en apparence* par l'observation, au point qu'elle est regardée aujourd'hui par beaucoup de géologues comme un principe fondamental de la science.

Poursuivons notre exposé, et considérons maintenant une troisième localité dans laquelle nous admettrons que les fossiles *ffff* ont commencé à faire leur apparition, non plus avec l'époque E, mais à partir de D inclusivement. Nous aurons alors une série n° 3 dans laquelle il y aura une double lacune zoologique. Ce cas sera comme le précédent susceptible d'être expliqué de deux manières ; seulement ici l'hypothèse de la contemporanéité rigoureuse des coquilles de même espèce deviendra plus difficile à soutenir, car en l'admettant on est obligé de rapporter à une seule et même époque géologique, d'une part le groupe F de la série n° 1, et de l'autre l'ensemble des groupes F, E, D de la série n° 3. Or, naturellement l'épaisseur de ce dernier système de couches l'emportera de beaucoup sur celle du premier ; il arrivera aussi en général que la nature minéralogique des roches sera très différente ; peut-être même observera-t-on une liaison intime entre les dernières couches de C et les premières de D, ce qui contredira la supposition qu'il y a entre deux une lacune de deux étages ; mais ces faits paraissant d'une importance secondaire à côté de la similitude des coquilles, on y fera peu attention, ou bien on cherchera à les expliquer. On dira que le terrain de la série n° 3 est un dépôt pélagique, tandis que celui du n° 1 est littoral ; on allèguera que les caractères minéralogiques d'un même terrain sont très variables (ce qui est vrai, mais seulement dans certaines limites). Quant à la liaison entre les groupes C et D, si elle existe, on la regardera comme accidentelle, ou bien on la mettra sur le compte de la profondeur des eaux, ou l'on donnera d'autres raisons ; on n'en manque jamais pour se débarrasser de faits gênants.

Nous allons encore considérer une quatrième localité, et ici nous supposerons que l'anticipation de naissance des coquilles *ffff*... a été extrême. Nous les ferons descendre jusque dans le premier groupe fossilifère A. Il en résultera une série n° 4, où il y aura une lacune zoologique quintuple, en sorte que, si pour la classification des couches on ne tient compte que de la nature des coquilles, on sera conduit à rapporter la série entière A, B, C, D, E, F, au groupe F du n° 1. Cette fois les difficultés que soulèvera une pareille assimilation seront telles, qu'elles frapperont tous les observateurs. Quelque satisfait que l'on soit de la distinction imaginée entre les

dépôts pélagiques et les dépôts littoraux, on trouvera extraordinaire qu'un groupe unique ait atteint la puissance moyenne de cinq à six autres. Malgré le peu d'importance attachée aux caractères minéralogiques, on se rappellera que sous ce rapport chaque grande époque géologique a un cachet particulier, et l'on s'étonnera de trouver, par exemple, dans des couches secondaires, l'ensemble des roches d'un terrain de transition. Une autre anomalie surtout excitera à un haut degré l'attention. Il est vraisemblable que parmi les groupes A, B, C,... beaucoup plus anciens que F, quelques-uns renfermeront des restes de végétaux. Comme les lois qui régissent la botanique fossile sont sans liaison nécessaire avec celles des faunes coquillières, les végétaux auront conservé les caractères de leur époque, en sorte que l'on trouvera réunies dans le sein du même terrain des coquilles et des plantes, ordinairement séparées par un long intervalle géologique. Il semble que dans cette circonstance, on devra enfin s'accorder à reconnaître que le principe de la contemporanéité des coquilles semblables est en défaut. C'est tout le contraire qui arrivera. Ce cas extrême, isolé de ceux qui lui servent d'intermédiaires et *qu'on n'aura pas vus*, paraîtra si monstrueux qu'on refusera d'y croire. Parmi les géologues, les uns contesteront l'autorité des végétaux fossiles et passeront par-dessus toutes les difficultés, plutôt que d'admettre un démenti aussi éclatant à des lois jugées infaillibles; d'autres feront encore mieux : ils décideront *dans leur cabinet* que les contradictions paléontologiques signalées sont impossibles et ils rejetteront les faits, quelque nombreux et quelque bien prouvés qu'ils soient. Nous n'avons pas besoin d'ajouter que notre quatrième localité n'est pas une fiction : tout le monde a reconnu les Alpes.

La disposition des groupes X, A, B, C, D,... dans les Alpes, n'est pas, comme on le pense bien, semblable à celle qu'ils ont dans la figure 1. Si l'on fait abstraction des soulèvements qui ont souvent mis à découvert les roches les plus anciennes et des dislocations locales qui ont incliné les couches dans un sens et dans un autre, ces groupes offrent dans leur ensemble une structure très remarquable, dont la figure 2 donne une idée exacte. Cette figure est une coupe générale des Alpes dirigée à peu près de l'ouest à l'est, et passant par Laffrey, la Grave et la montagne du Chardonnet. La lettre X désigne le terrain de protogine; A, le terrain anthracifère inférieur; B, C, D, E, les quatre étages du terrain anthracifère supérieur; F, le terrain jurassique, et G, H, I, la série des couches crétacées,

tertiaires et quaternaires. Le terrain de protogine et le système anthracifère, étroitement liés l'un à l'autre (1), constituent un massif à part et indépendant. D'un autre côté, à l'ouest, on voit s'appuyer contre ce massif la série des autres terrains s'enfonçant successivement les uns sur les autres; sur le versant opposé, celui qui regarde l'Italie, la série est plus simple et ne comprend que les deux derniers groupes. Une pareille disposition rend facile la comparaison du terrain jurassique F avec le système anthracifère A, B, C, D, E. Cette comparaison, faite en France, en Savoie et en Suisse, nous a conduit à des résultats qu'on nous permettra de résumer ici en quelques mots; car ils sont très propres à justifier l'assimilation que nous avons faite de notre quatrième cas à celui des Alpes.

Le groupe F est composé d'une série de couches qui paraissent intimement liées entre elles et dont l'épaisseur totale ne dépasse pas la puissance ordinaire du terrain jurassique. Elles renferment à leur partie inférieure une faune liasique, nombreuse et variée, dont fait partie la *Gryphée arquée*, et, à leur partie supérieure, une faune oxfordienne également abondante et riche en espèces. Le système anthracifère A, B, C, D, E, se divise nettement en deux grands terrains, dont l'inférieur A a une puissance comparable à celle de la formation silurienne, et dont le supérieur, non moins épais, est composé de quatre étages distincts. Ce dernier dépôt est compris tout entier dans un repli du premier terrain, et son étendue est relativement beaucoup moindre. On trouve à la base de tout le système, et jusqu'à une certaine hauteur, plusieurs espèces liasiques appartenant surtout aux genres Ammonite et Bélemnite, mais les gîtes de ces fossiles sont rares. La faune oxfordienne y manque complétement.

On n'a découvert, dans le groupe F, aucune trace de plantes carbonifères; elles abondent au contraire dans le système A, B, C,... depuis sa base jusqu'à sa partie la plus élevée. L'un offre les caractères minéralogiques habituels des formations secondaires; l'autre est composé en grande partie de roches de transition, notamment de grès houiller, avec de nombreux gîtes de combustibles.

Sous le rapport stratigraphique, si l'on suit le groupe A jusqu'à sa jonction avec F, on observe que le premier est constamment

---

(1) Cette liaison est établie surtout par le métamorphisme qui a souvent donné aux deux terrains les mêmes caractères minéralogiques.

inférieur au second et *jamais intercalé dans son sein* (1). En outre, sur tous les points où la ligne de contact est nettement visible, on reconnaît qu'il y a entre eux une discordance de stratification très large, comme aux environs de la Mure et dans le Valais, ce qui est une preuve de leur indépendance. On peut faire une contre-épreuve qui conduit à la même conclusion. En comparant le groupe A avec des terrains voisins des Alpes plus anciens que F, on trouve qu'il y a avec eux une ressemblance frappante. Ainsi le *verrucano* italien, avant que l'on y découvrît des coquilles carbonifères, a été généralement considéré comme l'équivalent du terrain à anthracite. Il n'y a aucune raison pour que cette opinion soit abandonnée.

On le voit, tout tend à prouver que le système F et le système A, B, C, D, E, sont d'un âge essentiellement différent; cependant ils sont liés à leur partie inférieure par une faune coquillière semblable.

Nous avons essayé de faire voir, à l'aide d'une construction graphique, que des coquilles d'une même espèce ont pu vivre à des époques géologiques très différentes, par suite de leur apparition anticipée sur certains points, sans que cependant l'ordre général des superpositions zoologiques fût troublé. Il est clair que des extinctions tardives conduiraient à un résultat pareil; on le démontrerait de la même manière. Les preuves directes que ces enchevêtrements ont lieu réellement sont peu nombreuses : on le comprend très bien, car, les naissances anticipées ou les extinctions tardives des faunes n'altérant pas leur ordre de succession, on peut toujours supposer qu'il y a correspondance chronologique. Pour mettre en évidence un défaut de parallélisme entre des coquilles d'une même espèce, il faut des inversions ou des alternances qui soient une dérogation à l'ordre suivant lequel les faunes sont habituellement superposées. Ces cas sont rares; cependant on en connaît qu'il serait difficile de nier.

Nous citerons en première ligne l'intercalation de toute une

---

(1) Il y a impossibilité de citer un seul point dans les Alpes offrant des *plantes houillères* superposées à des couches contenant des *Gryphées arquées* ou des *fossiles oxfordiens*. Les observations que M. Élie de Beaumont a publiées dans le *Bulletin* de la Société (2e série, t. XII, p. 541), quelque savantes qu'elles soient, n'établissent pas un pareil fait. Les superpositions en sens inverses sont au contraire fréquentes. Nous ajouterons qu'à Morestel (Isère) et dans le département de l'Ain, à une distance médiocre du terrain à anthracite avec plantes carbonifères, le vrai terrain jurassique renferme la flore qui lui est propre.

faune silurienne supérieure dans le silurien inférieur observée au centre de la Bohême (1). Les caractères de cette faune sont extrêmement tranchés, puisque sur 63 espèces qu'elle renferme, 61 lui sont propres et manquent dans le terrain où elle est intercalée. Pour expliquer ce fait, M. Barrande admet qu'avant l'extinction de la faune silurienne inférieure en Bohême, il y avait déjà quelque part une faune supérieure dont plusieurs représentants ayant été transportés accidentellement aux environs de Prague, et y ayant trouvé des conditions physiques favorables à leur existence, s'y seraient établis. Cette *colonie* aurait disparu ensuite avec les circonstances passagères qui lui avaient permis de vivre, et ne se serait renouvelée, pour devenir définitive, que beaucoup plus tard. Cette explication suppose évidemment que deux faunes constamment superposées l'une à l'autre dans le même ordre, lorsqu'elles sont réunies, peuvent cependant être contemporaines. C'est précisément la thèse que nous soutenons. M. Barrande pose à ce sujet les questions suivantes: « 1° Jusqu'à quel point les ressemblances ou » identités paléontologiques peuvent-elles démontrer que des forma- » tions géographiquement isolées les unes des autres sont contem- » poraines? 2° Jusqu'à quel point la dissemblance entre les faunes » de bassins isolés et éloignés correspond-elle à une différence dans » l'époque des dépôts dans lesquels elles ont été ensevelies? » Nous citons textuellement le savant paléontologiste à qui les Alpes ont fait une réponse qui a probablement dépassé ses prévisions.

M. Leymerie (2) a signalé dans la partie inférieure du terrain épicrétacé ou nummulitique d'Ausseing (Haute-Garonne) une couche mince ordinairement marneuse, offrant une faune spéciale à physionomie crétacée, composée de nombreux individus étrangers au pays. Parmi ces individus, appartenant pour la plupart à la classe des Échinodermes, M. Cotteau a reconnu au moins cinq espèces distinctes, dont deux sont nouvelles et dont trois ne se rencontrent que dans la craie. M. Leymerie paraît disposé à expliquer la présence de ces fossiles étrangers par la théorie des *colonies* due à M. Barrande. En adoptant cette opinion, nous ferons observer qu'en Bohême, les colons sont plus récents dans l'ordre général des superpositions que les indigènes au milieu desquels ils sont venus s'établir, et que c'est tout le contraire dans la Haute-

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. VIII, p. 150, et t. IX, p. 308. Voyez aussi *Système silurien du centre de la Bohême*, par M. Barrande, t. I, p. 73.

(2) *Bulletin*, 2e série, t. X, p. 518, et t. XIII, p. 355.

Garonne. On conçoit en effet que l'un ou l'autre de ces deux cas a pu se présenter toutes les fois que deux faunes d'un rang différent ont été cependant contemporaines.

M. Alcide d'Orbigny, dont les immenses travaux ont donné une si grande impulsion à l'étude de la paléontologie en France, a distingué dans la partie moyenne du terrain jurassique la faune calloviennne et la faune oxfordienne renfermant chacune un grand nombre d'espèces qui leur sont spéciales. La première faune caractérise une assise calcaire qui couronne le terrain jurassique dans les Alpes du Dauphiné et que l'on appelle quelquefois *calcaire de la Porte-de-France*. Les fossiles oxfordiens se trouvent dans un système de marne et de schiste argilo-calcaire que l'on observe sur beaucoup de points, notamment à Meylan et à Biviers, près Grenoble. Dans toute l'étendue du Dauphiné, le calcaire de la Porte-de-France recouvre le système marneux dont nous venons de parler, c'est-à-dire que la faune callovienne est superposée à l'oxfordienne; hors des Alpes, c'est tout le contraire. Il faut bien encore admettre, dans ce cas, que des groupes de coquilles semblables ne se correspondent pas sous le rapport chronologique.

Nous croyons que l'on aurait à citer beaucoup d'autres faits analogues aux précédents et présentant le même degré de certitude, si jusqu'à présent on ne s'était appliqué à les nier ou à les étouffer sous des explications arbitraires, au lieu de les accueillir et de les vérifier avec soin (1).

Des observations d'un autre genre conduisent aux mêmes conséquences. Il n'est pas de géologue qui n'ait remarqué quelquefois que deux groupes de couches, immédiatement en contact l'un avec l'autre et intimement liés sous le rapport stratigraphique, étaient cependant séparés, en ce qui concerne les fossiles, par une lacune zoologique plus ou moins importante. Les partisans de la contemporanéité sans exceptions des coquilles semblables sont obligés de supposer, dans ce cas, qu'entre le premier dépôt et le second il s'est écoulé une ou même plusieurs époques géologiques. S'il en était ainsi, n'est-il pas vraisemblable qu'on apercevrait dans la succession des couches quelques traces d'une pareille solution de continuité (2)?

---

(1) Nous plaçons au nombre des explications arbitraires l'hypothèse si fréquente des failles et des renversements de couches, lorsqu'elle n'est pas justifiée par des considérations indépendantes des fossiles. C'est surtout dans les Alpes que l'on a abusé de ce moyen facile de concilier les théories paléontologiques avec la stratigraphie.

(2) Nous citerons comme exemple le rocher de l'Échaillon autour

Afin que l'on ne se méprenne pas sur la doctrine que nous soutenons, nous devons dire que le défaut de parallélisme des faunes semblables nous paraît avoir été en général compris entre des limites étroites. Un écart pareil à celui que nous offre le terrain anthracifère doit être très rare; peut-être même est-il unique. Mais en laissant de côté ces cas extrêmes, nous sommes disposé à croire que les différences d'âge qui n'embrassent qu'une époque ou une demi-époque géologique sont fréquentes. Ainsi, il nous paraît vraisemblable qu'il y a des fossiles carbonifères contemporains des dévoniens, et qu'il en est de même de ceux-ci relativement aux siluriens. Les coquilles triasiques ont pu très bien prolonger leur existence pendant le dépôt du lias, et les coquilles néocomiennes vivre non loin des portlandiennes. Nous sommes également convaincu qu'avant de faire leur apparition dans le monde, les premiers fossiles tertiaires n'ont pas attendu que les dernières faunes crétacées fussent éteintes sur tous les points du globe. On nous objectera peut-être que, si de pareils enchevêtrements avaient eu lieu, des observations indépendantes des fossiles les auraient déjà fait connaître. Nous répondrons que non. Voyez ce qui s'est passé pour les Alpes : malgré des différences énormes dans le nombre, l'épaisseur et les caractères minéralogiques des étages, malgré l'opposition de la stratigraphie, malgré surtout la présence d'une flore carbonifère des mieux caractérisées, la plupart des géologues

---

duquel tourne l'Isère, en face de Voreppe, à 15 kilomètres nord-ouest de Grenoble. Ce rocher est composé à sa partie inférieure d'une puissante assise calcaire, en partie dolomitique, remarquable par sa blancheur; elle est dure sur certains points, et ailleurs tendre et presque friable. On y trouve un grand nombre de fossiles, la plupart coralliens : *Pecten Nireus*, d'Orb., *Terebratula insignis*, Schub., *Terebratella Fleuriausa*, d'Orb., *Diceras arietina*, Lamk., etc. Immédiatement sur ce calcaire blanc repose, en stratification parfaitement concordante, une assise marneuse, gris bleuâtre, dont la faune est néocomienne (*Ostrea Couloni*, d'Orb., *Rhynchonella lata*, d'Orb., etc.). Ces bancs marneux, dont l'épaisseur surpasse certainement 50 mètres, sont recouverts par une nouvelle assise de calcaire blanc ou blond, sublamellaire, assez semblable à la variété dure du calcaire le plus inférieur; on n'y a pas observé de fossiles. La liaison de cet ensemble de couches est mise à découvert par un escarpement à pic de plus de 200 mètres de hauteur qui fait voir qu'elles sont repliées en forme de voûte autour d'un axe dirigé à peu près du nord au sud. L'identité de leur allure et la concordance de leur stratification sont telles, qu'en s'en tenant à ces caractères il est impossible de ne pas les ranger dans un même terrain.

ont cru et croiront encore pendant longtemps que le terrain anthracifère appartient au lias. Peut-on supposer alors que l'on aurait écouté un observateur qui, en s'appuyant sur des preuves purement minéralogiques ou stratigraphiques, aurait rapporté, par exemple, à l'époque jurassique des couches remplies de coquilles crétacées? Non-seulement il n'aurait pas été écouté, mais il se serait perdu de réputation.

Nous ajouterons que nous sommes loin de contester que, parmi les groupes de couches renfermant les mêmes coquilles, beaucoup ne soient rigoureusement contemporains. Nous croyons que cela est vrai, même en faisant abstraction des formations dont la continuité est évidente et dont le parallélisme est par conséquent certain. Ainsi, nous ne doutons pas que les diverses assises du terrain jurassique de l'Angleterre ne correspondent exactement à celles du même terrain dans le N.-O. de la France, et qu'il n'en soit de même de la plupart des étages crétacés. Nous admettons sans peine que la mollasse des bords de la Méditerranée a été déposée à la même époque géologique que celle du Dauphiné. Nous pensons que cette contemporanéité rigoureuse s'étend à tous les terrains qui, indépendamment d'une similitude zoologique soutenue jusque dans les détails, présentent la même succession d'étages et les mêmes rapports stratigraphiques avec des formations plus anciennes ou plus récentes. Il y a alors un ensemble de caractères qui exclut le doute ; mais de pareilles ressemblances ne subsistent ordinairement que sur des espaces restreints que l'on nomme des bassins géologiques. Lorsqu'on franchit les limites de ces bassins, qui le plus souvent ne sont que des points sur la surface terrestre, les indications zoologiques deviennent moins précises, le nombre des étages change, les couches se groupent autrement et n'ont plus le même faciès minéralogique. Au milieu de cet affaiblissement de tous les signes distinctifs d'un terrain, on a cru qu'une ressemblance générale des faunes coquillières, surtout quand il y avait entre elles quelques espèces communes, était un moyen sûr de comparaison. La grande exception présentée par les Alpes est venue prouver de la manière la plus complète que même une pareille ressemblance peut induire en erreur. La détermination du parallélisme de deux terrains situés dans des bassins géologiques différents est donc, à notre avis, plus difficile qu'on ne l'a cru jusqu'à ce jour. La comparaison des fossiles marins n'est pas suffisante ; il faut rechercher avec soin les restes des animaux qui ont vécu hors de la mer, ainsi que les empreintes et les débris des végétaux. Il est essentiel de tenir compte des groupes naturels formés

par les couches, de leur nombre, de leur épaisseur et surtout de leur liaison stratigraphique, soit entre eux, soit avec les terrains environnants. La physionomie minéralogique des dépôts vue en grand et la nature des gîtes métallifères ou autres qu'ils renferment méritent également l'attention. C'est d'après une appréciation raisonnée de l'ensemble de ces caractères, et non par la considération exclusive de quelques coquilles, que la classification doit être établie. Un principe analogue sert de base au rapprochement des corps en zoologie, en botanique et en minéralogie. On ne voit pas pourquoi la géologie, quand elle compare les grandes masses minérales de la surface du globe sous le rapport de l'âge, suivrait une autre méthode.

Afin de donner une idée nette de l'enchevêtrement chronologique des faunes, telle que nous la concevons, nous avons essayé de la représenter graphiquement, fig. 3. Dans ce dessin, le temps est mesuré par les hauteurs verticales et l'espace par les longueurs horizontales. Les groupes de lettres *aaa*, *bbb*, *ccc*,... indiquent, comme dans les autres figures, des faunes coquillières. Le premier compartiment à gauche offre une série d'époques géologiques d'inégale durée, caractérisées chacune, sur tous les points à la fois, par des coquilles semblables, conformément à l'opinion généralement adoptée. Le second compartiment montre au contraire l'enchevêtrement des diverses faunes sans que leur ordre de superposition soit altéré : c'est notre hypothèse. Les espaces elliptiques remplis de fossiles différents de ceux qui les entourent sont les *colonies* admises par MM. Barrande et Leymerie. La colonne *fff*, qui commence à la naissance des corps organisés, est une image imparfaite (1) du cas particulier offert par les Alpes. On sera frappé sans doute de la simplicité du premier compartiment comparé au second. Ne peut-on pas dire que c'est trop simple, et qu'il y a à parier qu'une pareille disposition est une pure conception de notre esprit?

Nous allons nous résumer en quelques mots :

1° De ce que les diverses faunes coquillières affectent en général

---

(1) Nous disons imparfaite, car on ne sait pas ce que sont devenues les coquilles liasiques du terrain anthracifère pendant l'intervalle qui s'est écoulé entre la fin de son dépôt et le commencement de la période jurassique. On ignore également les modifications probablement progressives éprouvées par les faunes paléozoïques à l'approche du point singulier des Alpes, où l'apparition des coquilles liasiques a été si précoce.

un ordre constant de superposition, on n'est pas en droit de conclure que celles qui sont semblables correspondent *partout* à une même époque géologique ; car, relativement à cette époque, quelques-unes ont pu naître beaucoup plus tôt, ou se prolonger beaucoup plus tard, sans que la continuité de leur existence ait été d'ailleurs interrompue. Dans l'ignorance absolue où nous sommes des causes qui ont fait naître et éteindre les diverses faunes, cette hypothèse est parfaitement admissible ;

2° Les enchevêtrements chronologiques des faunes ne sont pas seulement possibles ; plusieurs faits tendent à prouver qu'ils ont eu lieu réellement ;

3° Si l'on admet ces enchevêtrements, l'apparition de certaines espèces liasiques dès l'époque où la végétation carbonifère couvrait encore le globe n'est plus une anomalie ; c'est un cas particulier, extrême si l'on veut, d'une loi paléontologique générale (1).

4° Des groupes de coquilles semblables pouvant, dans certains cas, se trouver dans des couches d'un âge très different, le parallélisme des terrains ne doit pas être établi d'après la seule comparaison des faunes coquillières ; il faut avoir recours à toutes les ressources que nous offrent la paléontologie générale, la stratigraphie et la minéralogie.

Note additionnelle.

Depuis la rédaction de cette notice, M. Élie de Beaumont a communiqué à l'Institut (2) un extrait de trois lettres qui lui ont

---

(1) Cette loi pourrait être énoncée ainsi : *Nées à des époques qui ont pu être très rapprochées, les diverses faunes coquillières ont persisté dans les lieux de leur naissance jusqu'au moment de leur diffusion, qui n'est arrivé pour chacune d'elles que successivement et au bout d'un temps plus ou moins long. Après l'époque de sa diffusion, une faune ne s'est pas éteinte en même temps sur tous les points où elle s'était établie.* Cette loi, beaucoup moins étroite que celle de la contemporanéité rigoureuse des coquilles semblables, explique aussi bien l'ordre constant des superpositions zoologiques, et, de plus, elle donne la clef de tous les cas exceptionnels ; c'est par conséquent la seule qui soit d'accord avec l'ensemble des faits observés. Dans cette manière de voir, une époque géologique, celle par exemple que l'on appelle crétacée, serait simplement l'époque où le groupe des coquilles auxquelles on a donné ce nom avait atteint sa plus grande extension géographique.

(2) *Comptes rendus*, tome XLV, page 612.

été adressées par M. Sismonda, relativement à un nouveau gisement de végétaux houillers en Savoie. D'après l'auteur, la date géologique de ces restes de plantes serait de beaucoup postérieure au terrain jurassique; il ne serait pas étonnant dès lors qu'on en rencontrât de pareilles dans ce dernier terrain. Nous croyons que M. Sismonda a tiré des faits qu'il a exposés des conséquences extrêmement contestables. Parce qu'il existe à Thaninge des végétaux houillers *sous* la formation nummulitique, il n'en résulte nullement qu'ils soient contemporains de cette formation. Le fait que le musée d'Annecy renferme des empreintes de fougères trouvées, *dit-on*, dans le terrain nummulitique de Thorens, où M. Sismonda lui-même les a recherchées vainement, n'est pas plus concluant.

Nous répéterons, en ce qui concerne la classification du terrain anthracifère, qu'il serait peu rationnel de la faire dépendre de tel gisement particulier et exceptionnel, soit de végétaux, soit de coquilles. De pareils gisements ne prouvent rien, si ce n'est qu'il ne faut pas se fier aux fossiles, lorsqu'ils sont en contradiction avec les observations géologiques et stratigraphiques propres à fixer l'âge d'un système de couches. Le terrain anthracifère n'est pas un point dans les Alpes; il y occupe une immense étendue et peut être étudié sous toutes ses faces; il est parfaitement caractérisé par le nombre et la disposition de ses étages, par son épaisseur moyenne certainement supérieure à quatre ou cinq mille mètres, par la nature de ses roches identiques pour la plupart avec celles des terrains paléozoïques, par la multiplicité de ses gîtes d'anthracite, par un certain ensemble de restes organisés, enfin et plus sûrement encore, par ses relations stratigraphiques. Il faut avoir égard à l'ensemble de ces caractères pour arriver à une bonne classification; c'est évidemment la seule base sûre. Si on l'adopte, la question n'est plus douteuse à notre avis.

M. de Verneuil rappelle que M. A. Dumont a exposé une théorie analogue à celle de M. Scipion Gras, pour démontrer que les faunes auraient pu changer de lieu avec le temps, par suite de la variation des climats à la surface de la terre; en sorte qu'à une certaine époque la faune silurienne existait à l'équateur, la faune dévonienne à la zone tempérée, et la faune carbonifère au pôle; mais l'ensemble des faits acquis jusqu'à ce jour ne confirme pas cette hypothèse.

M. Scipion Gras répond que la théorie qu'il présente est

différente de celle de M. Dumont, et que, loin d'être contraire à l'observation, elle lui paraît être la *seule* qui soit d'accord avec l'ensemble des faits.

M. Ébray fait la communication suivante :

Note sur l'âge du calcaire à chailles des départements du Cher, de la Nièvre et de l'Yonne, par M. Ébray.

Le terrain ou calcaire à chailles se compose généralement d'une épaisseur plus ou moins forte de couches siliceuses, ayant tantôt l'apparence stratifiée, tantôt formant des agglomérations, tantôt enfin représentant un véritable diluvium.

Quelques géologues ont donné le nom de calcaire à chailles à des dépôts d'une origine entièrement différente ; il en est résulté des ambiguïtés qu'il importe de faire disparaître.

Je vais étudier les calcaires à chailles des départements du Cher et de la Nièvre, en consultant l'ouvrage de M. Cotteau (1), pour établir une comparaison entre les chailles de ces deux premiers départements et ceux de l'Yonne.

Je suis entièrement de l'avis de M. Bertera, ingénieur des mines, lorsqu'il s'exprime ainsi, dans le texte explicatif de la carte géologique du département du Cher :

« L'âge des argiles à chailles est bien déterminé par leur superposition directe aux terrains de l'étage oolithique inférieur, et par les fossiles qu'elles contiennent ; pourtant on ne les voit jamais stratifiées régulièrement, et passer sous les couches supérieures de l'étage oolithique moyen (2). Il paraît évident que, dans leur état actuel, ces argiles doivent plutôt être considérées comme provenant de la destruction de certaines couches dont les éléments sont à peu près restés sur place, que comme un terrain régulièrement stratifié. »

M. Bertera pense avoir trouvé dans les chailles le *Dysaster bicordatus* et la *Terebratula biplicata ;* mais j'ai pu m'assurer que le *Dysaster* devait être rapporté au *Dysaster ellipticus* (3).

Je vais déterminer d'une manière exacte quelle est la position des couches qui ont fourni le terrain à chailles du Cher et de la Nièvre. Le Kelloway-rock est composé, dans la Nièvre et dans le Cher,

---

(1) *Études sur les échinides fossiles du département de l'Yonne.*

(2) M. Bertera classe le Kelloway-rock dans l'étage oolithique inférieur, et en fait la partie supérieure de la grande oolithe.

(3) Déterminé par M. Cotteau.

d'une série d'assises calcaires alternant avec des argiles qui varient beaucoup d'épaisseur, d'une localité à l'autre, et qui sont séparées de l'étage bathonien par quelques bancs très durs et fortement siliceux, englobés dans un massif argileux souvent d'une grande puissance, comme cela se remarque facilement à la montagne de Mimont (Nièvre), au Coq, près Pougues (Nièvre), à Châteauneuf, etc.

La masse argileuse callovienne la plus inférieure repose directement sur les bancs siliceux, et contient des fossiles qui se reproduisent dans l'étage bathonien ; au-dessus de cette masse argileuse, qui varie, suivant les localités, de 2 à 25 mètres, se rencontrent des bancs épais contenant des lignes de silex gris, assez régulièrement stratifiées ; la hauteur de ces bancs varie aussi de 8 à 20 mètres ; au-dessus se trouve un système de bancs minces, argileux, contenant une grande quantité de rognons de silex ; la silice varie cependant de forme et d'aspect : tantôt elle se trouve distribuée en plaquettes, tantôt en boules, tantôt en veines ; généralement la couleur est grise ; mais dans certaines localités elle passe au jaune ; ces bancs contiennent surtout le *Dysaster ellypticus*, qui quelquefois est très abondant.

Mais le *Dysaster ellypticus* n'est pas le seul fossile contenu dans la partie supérieure du Kelloway-rock ; la *Terebratula bicanaliculata* (Sch.), *Terebratula chanoiniana* (d'Orb.), *Rhynchonella quadriplicata* (d'Orb.), *Astræa dilatata* (Desh.), sont très communes dans ces bancs.

Comme, dans le terrain à chailles, tous ces fossiles se rencontrent empâtés dans des silex gris ou jaunes, ayant la même apparence que ceux que l'on rencontre dans les bancs supérieurs du Kelloway-rock, on est conduit à identifier ces deux terrains.

Le terrain à chailles du département de l'Yonne diffère entièrement de celui de la Nièvre ou du Cher. Consultons d'abord l'ouvrage si estimé de M. Cotteau :

« Au-dessus de l'assise ferrugineuse de l'oxfordien, se rencontrent, comme le dit M. Cotteau, les calcaires oxfordiens, qui, dans le département de l'Yonne, se présentent en bancs épais ; la silice s'y manifeste par des rognons calcaréo-siliceux ; les fossiles se bornent à des *Gervilies*, des *Pholadomyes* et à l'*Ammonites plicatilis*. Ce calcaire pourrait bien représenter dans l'est du département le calcaire à chailles, qui contient lui-même à sa partie inférieure les fossiles si caractéristiques de l'oxfordien. »

Cette succession de bancs se modifie rapidement dans la Nièvre et dans le Cher ; la couche ferrugineuse n'a, au bord de la Loire, que 1 à 2 mètres de puissance ; elle contient une grande quantité de fossiles, mais elle disparaît bientôt vers l'ouest, pour surgir encore,

pour peu de temps et à l'état rudimentaire, aux environs de Poitiers; les couches calcaires varient aussi; les spongiaires deviennent de plus en plus fréquents, et bientôt, comme à la Loge (Nièvre), à la Guerche (Cher), à la Grimaudière (Vienne), ils forment l'élément principal de la roche; l'assise ferrugineuse disparaissant, le calcaire à *spongiaires* repose souvent directement sur le Kelloway-rock; dans certaines localités, la profondeur des eaux et la nature des sédiments devenaient moins propres à la production des spongiaires, et alors reparaissaient les bancs plus réguliers, décrits par M. Cotteau. La silice, cette production si générale dans la formation des étages, ne présente pas, dans l'ouest de la France, la même distribution que dans l'oxfordien de l'Yonne; elle se trouve plus uniformément répandue dans la masse, et ce n'est qu'aux environs de Donzy (Nièvre), qu'elle commence à se masser en rognons et en veines à la partie supérieure de l'étage oxfordien.

Par suite de la position topographique du sol à l'époque du diluvium, ce fut le Kelloway-rock qui soutint le choc des eaux dans le Cher et dans la Nièvre, l'oxfordien dans l'Yonne; cette même action enleva à Vierzon une partie du cénomanien, en laissant comme témoins de l'étage les spongiaires siliceux de la tranchée de la Renaudière; dans la Vienne, toute la craie blanche disparut en laissant sur le sol un véritable terrain à chailles, composé de *Siphonies*, de *Coscinopora*, de *Chenendopora* à l'état siliceux; dans le Sancerrois, l'étage sénonien forme un autre terrain à chailles qui, quoique moins remanié que celui de la Touraine, porte les empreintes de l'action des grands courants; les terrains à chailles sont donc des plus variables comme provenance. Je pense que l'on peut considérer comme bien établi que celui de la Nièvre, à l'exception du terrain à chailles sénonien, provient de la décomposition par les eaux de la partie supérieure de l'étage callovien; que celui de l'Yonne résulte, en cas de remaniement, de la destruction des parties supérieures de l'étage oxfordien.

Il est vrai que M. Cotteau place le calcaire à chailles dans le corallien, et, par conséquent, y comprend aussi les bancs qui surmontent l'oolithe ferrugineuse; mais, si cela était vrai, l'assise ferrugineuse disparaissant vers l'ouest, l'oxfordien se trouverait réduit à zéro ou à une couche à peu près nulle comme puissance, ce qui ne me paraît pas possible dans les départements qui nous occupent.

D'ailleurs les fossiles du calcaire à chailles sont tous oxfordiens; toute la faune des Céphalopodes s'y retrouve; des Bivalves et d'autres fossiles ne laissent aucun doute sur la position de l'étage; il y a dans l'Yonne, comme partout, des passages paléontologiques, même dans

les oursins; mais cela n'est pas une raison pour mettre l'oxfordien dans le corallien, pas plus que l'on ne songe à mettre le callovien dans l'oxfordien; il n'est pas nécessaire d'admettre que les bandes sphéroïdales siliceuses proviennent du corallien; je trouve, au contraire, beaucoup de raisons de les rapprocher de ces spongiaires globuleux et siliceux si communs dans certaines parties de l'oxfordien.

Mais ce n'est pas ici que je discuterai à fond le nom de l'étage du calcaire à chailles de l'Yonne; on est d'accord sur la position géologique du terrain, et je n'ai pour but, dans cette notice, que de démontrer l'origine entièrement différente du calcaire à chailles des départements du Cher, de l'Yonne et de la Nièvre.

Séance du 4 mai 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Th. Davidson, *Note sur les genres* Athyris (Spirigera), Camarophoria, Orthisina *et* Strophalosia *des terrains permiens d'Angleterre* (extr. du 2e vol. du *Bulletin de la Soc. linn. de Normandie*), in-8, 14 p., 1 pl. Caen, 1857; chez A. Hardel.

De la part de M. J. Fournet : *Résumé des observations recueillies en* 1856 *dans le bassin de la Saône par les soins de la commission hydrométrique de Lyon*, in-8.....

De la part de M. Hébert, *Faculté des sciences de Paris.* — *Cours de géologie.* — *Leçon d'ouverture* (25 mars 1857), in-8, 16 p. Paris, 1857; chez Cosson.

De la part de M. Henri Lecoq, *Études sur la géographie botanique de l'Europe, et en particulier sur la végétation du plateau central de la France*, t. VI, in-8, 480 p. Paris, 1857; chez J.-B. Baillière.

De la part de M. Achille de Zigno, *Memoria sulla flora*

fossile dell' oolite, in-4, 16 p. Venise, 1856; chez G. Antonelli.

Institut I. de France. — Discours prononcés aux funérailles de M. Dufrénoy, le 22 mars 1857, in-4, 32 p. Paris, 1857; chez Firmin Didot fr., fils, etc.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, nos 16 et 17.

L'Institut, 1857, nos 1216 et 1217.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne, t. XXIX, 1856.

Mémoires de la Société d'agriculture, commerce, sciences et arts du département de la Marne. — Année académique 1855-1856.

Précis analytique des travaux de l'Académie I. des sciences, belles-lettres de Rouen, etc., *pendant l'année* 1855-1856.

The Athenæum, 1857, nos 1539 et 1540.

Revista minera, t. VIII, no 166, 1857.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. VII, no 4, avril 1857.

Le Président donne lecture d'une notice sur M. André Dumont, rédigée par M. d'Omalius d'Halloy.

M. de Verneuil fait connaître que M. Élie de Beaumont et lui, ayant offert à madame veuve Dumont leurs soins pour terminer au besoin la carte géologique de l'Europe, ont reçu la réponse que cette carte était prête à être gravée et serait publiée prochainement.

M. Barrande fait la communication suivante :

Notice sur l'ouvrage de M. le professeur Geinitz, intitulé : Les houilles du royaume de Saxe (*Die Steinkohlen des Koenigreichs Sachsen, etc.*). — 2e partie, par M. Barrande.

Dans la séance du 7 mai 1855, d'après la demande du Conseil, j'ai eu l'honneur de rendre compte à la Société de deux ouvrages qui lui avaient été offerts par M. le professeur Geinitz, et qui sont relatifs aux bassins houillers du royaume de Saxe. Le principal de ces ouvrages, entrepris par ordre du gouvernement saxon, a pour but de faire connaître l'étendue et la richesse de toutes les formations

carbonifères du royaume, ainsi que la nature des combustibles qu'elles peuvent fournir.

Dans la première partie de ce grand travail, dont j'ai présenté l'analyse à la Société, le professeur Geinitz a décrit et figuré tous les fossiles, soit de nature animale, soit de nature végétale, qu'il avait recueillis dans les terrains explorés. J'ai fait remarquer l'excellente méthode qu'il avait suivie dans la discussion critique et la description des espèces. Par cette méthode, il a pu apporter une grande simplification dans la nomenclature de ces fossiles végétaux. Ainsi, près de 500 noms ont été concentrés dans environ 150.

La seconde partie du grand travail de M. Geinitz, qui est en ce moment sous les yeux de la Société, est consacrée :

1° A l'indication de tous les horizons, c'est-à-dire de tous les terrains qui peuvent fournir du combustible, sous une forme et sous une dénomination quelconques ;

2° A la description stratigraphique et paléontologique spéciale et très détaillée de tous les bassins houillers du royaume de Saxe ;

3° A un tableau général de tous les fossiles, et à quelques observations importantes, soit sur leur distribution verticale en Saxe en étages distincts, soit sur l'extension de ces étages dans les contrées étrangères.

Je suivrai le même ordre que l'auteur, pour donner une idée de ses travaux.

Première partie. — M. le professeur Geinitz, passant en revue tous les terrains qui peuvent fournir un combustible quelconque, porte son attention non-seulement sur la Saxe, mais encore sur toutes les contrées du globe qui ont été explorées. Il présente donc un tableau succinct des connaissances acquises sur tous les gîtes de combustibles en commençant par la surface actuelle. Voici la série qu'il parcourt :

1. Tourbe en voie de formation.
2. Lignites de la mollasse.
3. Charbons du quadersandstein, c'est-à-dire d'un étage crétacé qui a été l'objet d'un ouvrage très connu du professeur Geinitz.
4. Charbons de la formation wealdienne, du Jura, du lias et du calcaire alpin.
5. Charbons de la formation dite *Letten* ou du *Keuper*.
6. Charbons du terrain permien, c'est-à-dire du *Zechstein* et du grès rouge.
7. Houille et anthracite du terrain houiller proprement dit, dont M. Geinitz distingue 12 variétés ou dénominations diverses.
8. Houille du *Culm*, c'est-à-dire de ce que les Allemands ont aussi appelé *la plus jeune grauwacke*, et qui paraît être une for-

mation intermédiaire entre le terrain houiller proprement dit et le calcaire carbonifère, ou bien un simple représentant de ce dernier.

9. Houille ou matière combustible dans les terrains dévoniens et siluriens.
10. Graphite dans les roches cristallines anciennes.
11. Charbon dans les roches plutoniques.

Nous ne pouvons pas suivre l'auteur dans tous les détails qu'il donne et dans les faits qu'il reproduit, en les rapprochant d'une manière intéressante.

Nous ferons seulement remarquer que le charbon auquel il fait allusion dans les roches plutoniques se réduit à un amas de quelques mètres d'étendue horizontale et de 30 à 40 centimètres d'épaisseur, qui a été trouvé dans un porphyre riche en quartz, près de Rochlitz en Saxe. L'origine de ce charbon s'explique aisément, par quelques troncs d'arbres de la Flore permienne, qui ont été enveloppés dans le porphyre encore à l'état pâteux et carbonisés comme en vase clos.

Deuxième partie. — Le professeur Geinitz décrit successivement les bassins houillers de la Saxe, savoir ceux de :

1. Hainich-Ebersdorf, ou formation du *Culm* saxon.
2. Zwickau avec toutes ses annexes.
3. Région anthracitique de l'Erzgebirge.
4. Plauen.

Chacun de ces bassins est successivement considéré sous tous les rapports stratigraphiques, paléontologiques et industriels. En d'autres termes, chaque formation contenant de la houille est d'abord figurée sur une carte très détaillée, et accompagnée de nombreuses sections verticales avec des légendes indiquant la nature et l'épaisseur de toutes les couches dans chaque localité. En second lieu, tous les fossiles appartenant à chacun des bassins sont énumérés séparément, avec l'indication de leur étendue verticale et de leur fréquence relative. Enfin, la nature de la houille fournie par chaque couche est indiquée de manière à faire juger ses bonnes ou mauvaises qualités sous les rapports industriels.

M. Geinitz apporte les plus grands soins à décrire toutes les découvertes qui ont été faites dans les recherches de combustibles, et il s'applique à tracer les limites du terrain sur lequel de nouvelles recherches pourraient être tentées avec quelques chances de succès. En même temps, il avertit sérieusement les chercheurs de houille du danger qu'il y aurait à faire des travaux hors de certaines surfaces dont il indique les contours.

M. Geinitz s'attache aussi à dissiper le préjugé qui paraît exister parmi certains de ses compatriotes, qui admettent une richesse inépuisable de houille dans certains bassins. Cette richesse, quelque grande qu'elle paraisse, ne peut suffire que pour un temps aux besoins du pays. Lorsqu'elle sera épuisée, on aura recours aux lignites dont on s'occupe fort peu aujourd'hui, et qui pourront peut-être fournir encore du combustible pour quelques siècles. Mais, dans tous les cas, on peut prévoir qu'il viendra un jour, où l'anthracite, la houille et les lignites auront disparu et ne seront représentés, pour ainsi dire, que par quelques échantillons, dans les collections minéralogiques. Alors la tourbe sera recherchée à son tour comme combustible et elle présentera un avantage par rapport aux combustibles minéraux, en ce qu'elle pourra se reproduire indéfiniment, par l'effet d'une culture bien entendue.

M. Geinitz en indiquant à ses compatriotes les richesses encore inexploitées des divers bassins houillers de son pays ne se borne pas à des paroles pour encourager les recherches. Afin de confirmer pratiquement les résultats de ses travaux scientifiques, il s'est associé, autant qu'il est en lui, à diverses entreprises pour la découverte et l'exploitation des houilles. Voilà donc un savant qui confesse courageusement la science. Nous ferons tous des vœux pour que ses entreprises soient couronnées par un succès si bien mérité sous tous les rapports.

Voyons maintenant quels sont, sous le point de vue purement scientifique, les résultats généraux des recherches faites dans les bassins houillers du royaume de Saxe.

Troisième partie. — Dans un grand tableau synoptique, comprenant 10 pages in-folio, M. le professeur Geinitz énumère tous les fossiles dont il a été question dans son ouvrage, en donnant pour chacun la synonymie la plus complète. Il indique dans des colonnes spéciales l'étage où se trouve chaque fossile, les diverses localités où il a été recueilli en Saxe, et enfin les localités des régions étrangères où son existence a été signalée. On voit que ce tableau sera d'une grande utilité pour tous ceux qui feront des recherches du même genre. Le nombre des espèces s'élève à 170, en Saxe.

Les classes animales ne sont représentées que par 14 formes, tandis que les végétaux en fournissent 156. Les 14 formes animales sont :

1 poisson et 1 coprolite.
2 traces d'insectes divers.
1 ver.
6 mollusques d'eau douce du genre *Cardinia*.
4 espèces d'infusoires.

Pour les fossiles végétaux, nous croyons devoir reproduire le tableau résumé qui indique leur nature par familles et leur distribution verticale, dans les 5 étages qui comprennent le *Culm* et le terrain houiller proprement dit. L'étage ou flore I est à la base et correspond au *Culm*. Les flores suivantes, II, III, IV, V, s'élèvent successivement, jusqu'à la limite supérieure du terrain houiller en Saxe.

	I.	II.	III.	IV.	V.	Totaux des espèces.
Animaux.	1	1	0	7	4	14
Conferves			1	1	2	3
Équisétacées.	2	4	4	3	4	8
Astérophyllites. . . .	1	8	5	5	10	14
Fougères.	6	25	16	20	49	69
Lycopodiacées	9	5	4	6	16	28
Nœggérathiées.. . . .	1	4	2	4	6	10
Cycadées.	1	2		1	1	3
Carpolithes de familles indéterminées . . .				1	2	3
Conifères.		1		2	1	2
Sigillariées.	1?	11	5	4	4	13
Stigmariées.	1	2	2	1	2	3
Totaux. . .	23	63	39	55	101	170

D'après la prédominance de diverses familles dans les 5 étages successifs indiqués dans ce tableau, M. le professeur Geinitz a donné à ces étages les noms suivants, en commençant à partir du bas :

I. — Étage des *Sagenaria*, genre de la famille des Lycopodiacées.
II. — Étage des Sigillariées.
III. — Étage des Calamites.
IV. — Étage des Astérophyllites.
V. — Étage des Fougères.

Ainsi que nous venons de le dire, ces 5 étages comprennent la hauteur du *Culm* et du terrain houiller proprement dit. Mais dans un ouvrage précédent, publié en commun avec M. Gutbier, sur le terrain permien de Saxe, M. Geinitz avait déjà décrit une autre flore, qui succède immédiatement à la dernière de celles que nous venons d'énumérer, et qui, par conséquent, peut être comparée avec les précédentes, comme VIe flore de Saxe.

Je ferai remarquer que, dans la première partie de son ouvrage, M. Geinitz avait réuni en une seule flore celles des Calamites et des Astérophyllites, qu'il croit maintenant devoir considérer comme in-

dépendantes. J'ai fait connaître dans ma notice du 7 mai 1855 les espèces les plus caractéristiques de chacune de ces flores ; il serait donc inutile de les répéter ici.

En comparant les 6 flores successives du terrain carbonifère et du terrain permien de la Saxe, M. Geinitz fait quelques observations très intéressantes :

1. — D'abord, la flore la plus ancienne, dans ce pays, c'est-à-dire celle du *Culm*, est presque complétement isolée de toutes les flores suivantes. En effet, sur 23 espèces qui la composent, une seule : *Sphenopteris elegans*, Brongn., reparaît à un horizon plus élevé ; non pas dans la flore immédiatement suivante qui est la seconde, mais dans la flore des Calamites, qui est la troisième. Ce fait présente une remarquable analogie avec celui que nous avons plusieurs fois constaté, relativement à la faune primordiale, dont aucune espèce ne reparaît dans les faunes suivantes.

2. — La flore VIe ou permienne présente aussi en Saxe une différence très marquée par rapport à l'ensemble des flores antérieures, c'est-à-dire carbonifères. Sur 156 espèces qui constituent ces dernières, 3 seulement s'élèvent jusque dans le terrain permien, savoir :

Lycopodites piniformis, Schloth.
Cyatheites arborescens, Schloth., sp.
— *Candolleanus*, Brongn.

Ainsi, les flores des deux grands terrains, ou systèmes consécutifs, sont très contrastantes dans leur ensemble, et cependant elles sont liées l'une à l'autre par quelques plantes. Il est même très probable que le chiffre des espèces communes, que nous voyons réduites à 3 dans la Saxe, deviendra plus considérable, lorsqu'une comparaison semblable aura été soigneusement faite dans d'autres pays, entre les mêmes terrains.

3. — En faisant abstraction des deux flores extrêmes, il reste 4 flores carbonifères intermédiaires, qui, sans offrir des contrastes comme ceux que nous venons de signaler, sont cependant assez distinctes les unes des autres pour caractériser suffisamment les étages admis par M. Geinitz. Ce savant fait observer avec raison, que ces étages pourraient être comparés aux étages du terrain tertiaire, sous le double rapport de leur indépendance réciproque et des liens établis entre eux par le passage d'un certain nombre de formes spécifiques.

Afin que chacun puisse apprécier quels sont les liens de cette

nature qui existent entre les flores carbonifères de la Saxe, nous reproduisons le tableau suivant que donne M. Geinitz.

Entre les flores.		Nombre des espèces communes.		Rapport sur 100.
I et	II.	— 0		
I	III.	— 1		
I	IV.	— 0		
I	V.	— 0		
II	III.	— 33	—	32,35
II	IV.	— 28	—	23,73
II	V.	— 33	—	20,12
III	IV.	— 24	—	25,59
III	V.	— 33	—	23,57
IV	V.	— 35	—	22,43

On voit par ce tableau que le nombre des espèces communes entre deux étages quelconques varie entre 20 et 32 p. cent.

4. — Quant à l'utilité pratique de la distinction de ces 5 flores successives ou étages, dans le terrain houiller de son pays, M. Geinitz fait observer *qu'elle a été constatée par l'expérience, et ce fait a donné lieu à des triomphes réitérés pour la paléontologie, dans la Saxe*. Ce sont les paroles de l'auteur, que je traduis littéralement, parce qu'elles expriment bien ses convictions. Elles seront accueillies avec sympathie par tous ceux qui sont dévoués à la science, sans système exclusif.

5. — Au moyen des 170 espèces observées dans la Saxe, M. Geinitz fait un essai, pour établir un parallèle avec tous les autres bassins houillers des mêmes terrains, qui ont été explorés dans d'autres contrées. Il passe en revue, non-seulement l'Europe, mais encore l'Amérique, en établissant des rapports intéressants, que les limites de cette notice ne nous permettent pas de reproduire. Ces rapports sont incomplets sans doute, à cause de l'insuffisance des documents sur la plupart des bassins ; mais ils doivent cependant attirer l'attention et servir de base aux travaux plus complets qui seront faits tôt ou tard sur la même matière. Il nous semble que pour les flores comme pour les faunes des temps paléozoïques, le nombre des espèces communes, dont l'existence est constatée à de grandes distances géographiques, est relativement peu considérable. Nous espérons au contraire que l'existence simultanée et la succession de certains groupes ou des familles de plantes fourniront de bons caractères pour l'établissement de certaines flores générales, correspondant plus ou moins dans leur étendue verticale aux faunes de

même ordre, dont nous avons cherché à montrer l'extension pour le terrain que nous étudions.

Dans cet essai comparatif, M. Geinitz arrive, en passant, au terrain anthracifère des Alpes, qu'il considère, d'après sa flore seule, comme appartenant à la période carbonifère. Mais il déclare que les documents existants sur ce bassin sont trop incomplets pour lui permettre d'esquisser un parallèle entre sa flore et les 5 flores de la Saxe.

Le passage par lequel M. Geinitz termine son ouvrage nous semble mériter d'être traduit littéralement. Le voici :

« Nous avons appliqué à toute la Saxe la méthode tracée par » Beinert et Goeppert, dans l'étude des flores fossiles de la Silésie. » Espérons que d'autres travaux semblables viendront se joindre aux » nôtres, pour aider à étendre, non-seulement sur l'Europe entière, » mais encore sur les continents éloignés, avec toute l'exactitude » possible, les horizons établis dans nos contrées, ou du moins des » horizons analogues. Tel doit être le but final de nos recherches » paléontologiques et on ne peut l'atteindre que par l'étude appro- » fondie des formes spécifiques. »

Ce passage peut être mis sous la forme suivante, qui rappelle le célèbre ordre du jour de Nelson.

« La Silésie a donné le bon exemple; la Saxe l'a suivi. La science » espère que les autres pays feront aussi leur devoir. »

Nous ajouterons que M. Geinitz a parfaitement accompli le devoir de la Saxe, dont il avait été officiellement chargé. Son ouvrage doit servir de modèle et de guide à quiconque aura la belle mission de remplir un semblable devoir pour son pays.

Mais à cette occasion nous devons nous demander quel est celui qui accomplira le devoir de la France? Notre pays, sans être le plus riche en terrains houillers, possède cependant un assez grand nombre de bassins, qui fourniraient de grandes richesses scientifiques, s'ils étaient convenablement explorés. Ces bassins sont répartis sur une surface très considérable, par rapport à celle du royaume de Saxe. Par conséquent, une étude approfondie et comparative de toutes les flores partielles de ces bassins, embrassant 8 degrés de latitude, pourrait conduire à des résultats beaucoup plus importants par leur généralité. Cette étude nous montrerait quelle est l'étendue géographique, quelle est l'étendue verticale des flores carbonifères, et jusqu'à quel point elles peuvent être subdivisées en étages correspondants ou analogues à ceux qu'indique M. le professeur Geinitz. Elle pourrait aussi grandement contribuer à résoudre la question de la durée relative des faunes et des flores; question dont la solution

comprend celle de l'énigme du terrain anthracifère des Alpes. Tels sont les résultats généraux que la science exige aujourd'hui et attend de nos recherches.

Nous n'oublions pas que la botanique fossile a été en grande partie fondée par un savant français, et que quelques autres de nos compatriotes ont publié de fort bonnes monographies locales des plantes de diverses formations. Mais le grand travail d'ensemble, embrassant à la fois les flores de toute la période carbonifère et celles des périodes voisines, reste encore à faire. Par son étendue, par ses difficultés, et par la haute importance des grandes questions géologiques qu'il peut résoudre, ce travail serait bien digne d'exciter le dévouement à la fois scientifique et patriotique de quelque jeune intelligence, comme il s'en trouve tant dans les rangs de notre Société, ou dans ceux de la Société botanique, qui certainement partage nos vœux. Ce serait, sans aucun doute, une entreprise de longue haleine ; mais dût-elle exiger une existence entière, jamais carrière scientifique n'aurait été, ni mieux commencée, ni mieux employée.

M. Hébert annonce à la Société qu'il a reçu ce matin un supplément à la nouvelle édition du *Manuel de géologie* de M. Lyell. Ce supplément contient l'annonce de la découverte d'un véritable mammifère dans le bassin houiller de Chatham, que M. Emmons rapporte au terrain permien, et que M. Lyell suppose encore moins ancien.

M. Barrande fait remarquer que ce fait isolé, fût-il bien constaté, ne prouverait rien contre l'opinion généralement admise de la création successive des classes animales.

M. Hébert dit que les découvertes successives de mammifères dans les couches de Stonesfield, de Purbeck, du trias, donnent lieu de penser qu'il reste encore beaucoup à apprendre sous ce rapport, et qu'il faut se garder d'admettre aucune théorie quant à présent. Les débris de mammifères qui se conservent bien dans les conglomérats, le gypse, etc., ont pu se détruire aisément dans d'autres conditions.

M. Barrande répond que, si les genres terrestres ont pu disparaître, les vertébrés marins, les reptiles ou les poissons auraient dû se conserver, et qu'on n'en trouve aucun débris dans les terrains les plus anciens.

M. de Verneuil ajoute que le terrain houiller présentait,

comme les lignites tertiaires, des conditions favorables à la conservation des mammifères, et que le fait annoncé par M. Hébert a besoin d'être confirmé.

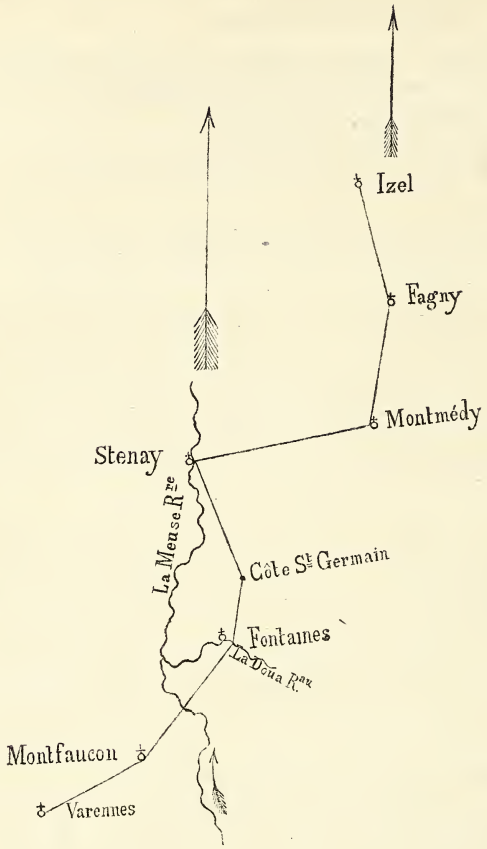
M. Lartet fait remarquer que, si ce fait est constaté, il en résulterait la conséquence que l'atmosphère n'a pas subi les variations généralement supposées.

M. A. Buvignier fait la communication suivante :

Observations sur le terrain jurassique de la partie orientale du bassin de Paris, par M. A. Buvignier.

Dans une brochure (*Les mers anciennes et leurs rivages*, etc.) que M. Hébert vient de publier, il a cité plusieurs localités de la Meuse et des Ardennes, qu'il a vues et décrites d'une manière toute différente de la nôtre. Les différences sont si nombreuses, et quelquefois si essentielles, que l'on comprend difficilement comment deux observateurs, étudiant la même contrée, ont pu parvenir à des résultats aussi dissemblables et quelquefois aussi opposés.

La différence de nos résultats pourrait peut-être s'expliquer par celles de nos méthodes d'observation. Sans vouloir prétendre que je ne me suis jamais trompé, et sans vouloir me dispenser de reprendre l'un après l'autre tous les points sur lesquels je suis en désaccord avec M. Hébert, je crois pouvoir dire qu'il y a bien moins de chances d'erreur pour l'observateur qui a exploré un pays pendant plusieurs années, suivant pas à pas les affleurements des diverses formations, et profitant de tous les accidents du terrain, de toutes les excavations, pour établir, au moyen de coupes nombreuses et multipliées, la direction et l'inclinaison des couches, que pour celui qui parcourt le pays en zigzag et sans s'orienter relativement à la direction et à la pente des terrains, comme l'a fait M. Hébert, qui joint à son travail une coupe représentée en plan par la figure suivante :



On comprend que dans une coupe semblable dont certaines portions sont dirigées suivant le sens de la plus grande pente, tandis que d'autres font avec elle des angles plus ou moins considérables, les assises devraient présenter à chaque changement de direction un changement d'inclinaison, et que, pour peu qu'on oublie de tenir compte de ces modifications dans les pentes, on arrivera à des notions fausses et erronées sur la direction et la puissance des couches.

Ainsi, de la cote 350 de la côte Saint-Germain à la cote 210 de la vallée de la Doua, on trouve au coral-rag (qui forme, entre le Bradon et la Doua, un massif oublié par M. Hébert), on trouve,

dis-je, une pente plus faible que la pente réelle du terrain; mais, si à partir de la Doua, vers Montfaucon, on prolonge cette pente sans la modifier, quoique la direction de la coupe se soit rapprochée de celle de l'inclinaison, on arrivera à trouver au coral-rag, au point où il s'enfonce sous les calcaires à *Astartes*, une épaisseur bien inférieure à sa puissance réelle, ce qui conduira naturellement à l'idée d'une faille, dont en réalité il n'existe pas la moindre trace, comme M. Hébert l'aurait reconnu promptement, si le hasard, au lieu de lui faire rencontrer une partie de la vallée de la Meuse parallèle à la direction des couches, l'avait conduit dans l'un des points où elle coupe cette direction.

Ainsi, plus au sud, sur les deux versants du contre-fort qui fait décrire à la Meuse une large sinuosité entre Vacherauville et Samogneux, on voit le coral-rag s'abaisser graduellement et régulièrement sous les argiles du calcaire à *Astartes*. Il en est de même au nord, sur le versant des coteaux qui s'étendent de Villers-devant-Dun à Aincreville. On constate facilement en ces points que c'est par l'effet d'une pente régulière que le coral-rag se trouve, sur la rive gauche de la Meuse, à un niveau inférieur à celui qu'il occupe sur la rive droite. Cette régularité est telle que, lorsque je faisais la carte géologique du département, il m'est arrivé plusieurs fois, après avoir tracé la limite du coral-rag sur une partie du plateau de la rive droite, de tracer approximativement la même limite sur la partie correspondante de la rive gauche, sans que ce tracé, que j'ai toujours eu soin de vérifier, ait dû être modifié d'une manière sensible.

Je reviens à la coupe de M. Hébert pour la comparer à la coupe rectiligne de la cote 350 de la côte Saint-Germain à Montfaucon. Celle-ci rencontrerait la Doua à une hauteur d'environ 200 mètres, et à 500 à 600 mètres plus loin de la cote 350, que ne le fait la coupe de M. Hébert, c'est-à-dire presque au-dessous du point de cette dernière coupe, où l'Oxford-clay plonge sous le coral-rag. Or, celle-ci place en ce point la limite supérieure de l'Oxford-clay à 230 mètres, tandis qu'en réalité, sur la coupe rectiligne, on trouve déjà, à la cote 200, 4 à 5 mètres de coral-rag; de sorte que la limite inférieure de cette formation se trouverait abaissée de 34 mètres au-dessous de la Doua et, par suite du prolongement de la pente, de près du double au-dessous de la Meuse, ce qui donnerait au coral-rag, sur la rive droite, une épaisseur en rapport avec celle que M. Hébert lui suppose sur la rive gauche.

Quand je dis *suppose*, ce n'est pas que je veuille contester cette puissance de 120 mètres, mais c'est qu'elle ne ressort nullement des données de la coupe, et que cette coupe, malgré l'inclinaison qui fait

attribuer au coral-rag une épaisseur bien inférieure à sa puissance réelle, n'aurait pas fait naître l'idée d'une faille, si elle ne contenait une autre inexactitude, bien excusable de la part de quelqu'un qui a parcouru rapidement la contrée, mais qui n'entraîne pas moins à des conséquences erronées.

D'après la coupe, le coral-rag s'élèverait, entre la Doua et la Meuse, au-dessus de la cote 251. Or, cette cote est au point culminant du plateau, et de plus le coral-rag y est recouvert par les argiles inférieures et par quelques-uns des bancs oolithiques de la base des calcaires à *Astartes*. Il résulte de là que, quelle que soit la hauteur à laquelle passe en ce point la surface inférieure du coral-rag, toute la puissance de cette formation se trouve comprise entre cette hauteur et la cote 251. Il n'y a donc pas lieu d'augmenter cette puissance de l'autre côté de la Meuse et il ne reste plus aucun motif de supposer l'existence d'une faille.

Après avoir ainsi montré comment des observations trop rapides pour qu'on puisse tenir compte de toutes les considérations géologiques, peuvent induire en erreur l'homme le plus consciencieux, je reprends dans l'ordre où ils se présentent les principaux points du travail de M. Hébert sur lesquels nous sommes en discordance.

Je lis page 4 : « L'observation montre que le niveau des eaux a monté le long des rivages des mers jurassiques pendant une partie de leur durée. *C'est ainsi que le long des flancs de l'Ardenne en marchant de l'E. à l'O., on voit les assises successives du lias d'abord, puis celles de l'oolithe inférieure se dépasser l'une l'autre, le lias moyen débordant par-dessus le calcaire à Gryphée arquée, le lias supérieur par-dessus le lias moyen, l'oolithe inférieure par-dessus le lias supérieur, chaque assise atteignant un niveau* AU-DESSOUS *duquel la précédente s'était maintenue.* »

Les diverses assises débordent en effet chacune sur la précédente, mais sans s'élever à un niveau inférieur à celle-ci. Au contraire, toutes les couches du lias s'abaissant de l'E. à l'O. (1), chaque assise, après avoir débordé celle sur laquelle elle repose, ne tarde pas à s'abaisser au-dessous de celle-ci. L'empiétement des assises les unes sur les autres n'est pas dû à l'exhaussement général du niveau des eaux sur les rivages de la mer jurassique, sans quoi il se serait opéré également sur toute la circonférence du bassin, et chaque assise aurait masqué entièrement les affleurements de la précédente. Cette disposition a été produite par un mouvement lent et graduel du fond de la mer qui

(1) Le calcaire sableux est à 464 mètres à Arlon, à 400 à Izel, à 321 à Givonne, à 306 à Rimogne.

s'exhaussait vers l'E. et qui s'affaissait vers l'O., comme le prouvent l'abaissement des assises liasiques vers l'O. (1) et la superposition à niveau décroissant si bien constatée dans la Meuse, le Luxembourg et la partie orientale des Ardennes dès le commencement de la formation liasique. Mais cette loi de superposition ne s'observe plus vers l'O. à partir des environs de Sedan, par suite de l'abaissement des terrains dans cette direction.

Il n'est pas inutile de rappeler que, comme M. Boblaye l'a constaté longtemps avant nous, cette loi de superposition à niveau décroissant pourrait ne pas paraître constante si on comparait entre eux des terrains de nature différente, les terrains meubles ayant presque toujours subi des érosions qui en ont considérablement abaissé le niveau primitif; mais elle se vérifie toujours si on compare entre eux des terrains de même consistance. Ainsi, si les calcaires oolithiques se trouvent à 350 et 355 mètres à Vaux et à Saint-Valfroy, les calcaires sableux règnent à 400 mètres sur les bords de la Semoy; ils s'élèvent à 464 mètres près d'Arlon, lorsque les premiers sont à 398 mètres à Longwy. Quant aux formations argileuses, on trouve que la vallée de la Semoy, dans les marnes infraliasiques, est plus élevée que celle de la Chiers, dans les marnes supraliasiques; que le niveau de celle-ci est supérieur à celle de la plaine oxfordienne de la Woèvre.

M. Hébert dit au bas de la page 9 : « Lorsqu'il y a dans le bassin de Paris une faille parallèle aux bords, c'est le côté intérieur qui est affaissé et le côté extérieur qui est relevé, ce qui s'accorde avec un soulèvement général des bords. » On ne cite à l'appui de cette assertion que la prétendue faille de la Meuse dans les environs de Dun. Les seules failles que je connaisse dans la partie orientale du bassin de Paris sont les failles portlandiennes dans le voisinage de la vallée de la Marne. Elles affectent précisément la disposition inverse comme on le voit sur la coupe n° 7, de la *Géologie de la Meuse*.

Sur les terrains du lias nous ne différons que par une opinion que M. Hébert n'émet pas d'une manière bien affirmative. Il paraît porté à considérer comme identiques le minerai de fer exploité à Avioth, Thonnelle-Thil et Thonnelle, celui du Mont-Saint-Martin, près Longwy, qui a, dit-il, tout à fait les mêmes caractères minéralogiques. Or, celui-ci est un minerai oolithique à grains réguliers et uniformes, disséminé dans une marne verdâtre ou rougeâtre, et recouvert par quelques mètres de marne verdâtre subfeuilletée qui

(1) Le calcaire ferrugineux du lias a 329 mètres à Breux, a 296 à Carignan, a 253 à Rouvion, et il s'abaisse au-dessous de 200 mètres à l'O. de Mézières.

le sépare des terrains oolithiques. Ils reposent sur les marnes bitumineuses d'Aubange, qui ont environ 80 mètres d'épaisseur, et qui sont les mêmes que nous avons désignées sous le nom de *marnes supérieures du lias*. Le minerai d'Avioth, au contraire, est en grains plus ou moins arrondis et en fragments anguleux de dimensions très inégales, et disséminés dans un ciment calcaire jaunâtre ou brunâtre. Il constitue quelques lits dans le massif que nous avons désigné sous le nom de *calcaire ferrugineux du lias*, massif qui est situé au-dessous de nos marnes supérieures et des marnes d'Aubange. A Aubange même, on le voit sortir de dessous les marnes, pour se relever au nord, jusqu'au sommet du coteau qui domine Tirpange. Il n'y a donc aucune assimilation possible entre ce minerai et celui qui constitue les assises supérieures du lias de la Moselle et de la Meurthe. Celui-ci forme un vaste dépôt lenticulaire qui s'amincit et disparaît sans pénétrer dans le département de la Meuse.

M. Hébert dit aussi que la succession des assises de l'oolithe inférieure au contact du lias ne paraît pas tout à fait conforme à mes descriptions. Ma description consiste à dire que l'oolithe inférieure est composée de calcaires d'épaisseur, de texture et de couleurs variables, alternant avec quelques lits de marnes de diverses couleurs, le tout mélangé sans aucun ordre constant de superposition, le même banc changeant quelquefois de caractère dans un espace peu étendu. La différence dans l'ordre de superposition ne pourrait donc résulter que de ce que j'aurais placé à la partie inférieure le banc de polypiers qui existe à 1 kil. et demi, et à 2 kil. au nord et au nord-ouest de Montmédy. Je sais bien qu'au moulin de Thonne-les-Prés, le banc de polypiers n'est pas en contact avec les marnes supérieures du lias, mais il y a pour cela une excellente raison : c'est que le banc de polypiers, qui occupe une surface très peu étendue, ne se montre qu'à près d'un kilomètre au nord de ce moulin, et là, il paraît reposer sur les marnes ; mais, comme je n'ai pas vu le contact, je n'affirmerais pas qu'il n'en est pas séparé par deux ou trois mètres de quelques roches qui seraient masquées par les éboulements des polypiers. M. Hébert paraît considérer les polypiers comme un élément essentiel et constant de l'oolithe inférieure ; mais dans la Meuse et les Ardennes ils sont tout à fait accidentels, et je n'y en ai guère rencontré que ce banc de Thonnelles et un autre à Tarzy à l'autre extrémité des Ardennes. Ce fait, qui m'avait paru d'abord très extraordinaire, a cessé de m'étonner. Depuis que j'ai étudié le coral-rag de la Meuse, je suis resté convaincu que dans les temps géologiques, les polypiers ont dû être distribués dans les mers de la même manière que les polypiers actuels ; que dans les époques antérieures,

pas plus qu'aujourd'hui, ils n'ont pu couvrir le fond de la mer d'une couche constante et uniforme ; qu'autrefois comme aujourd'hui, ils ont formé des bancs d'étendue, de forme et de puissance variables, occupant des niveaux différents, tantôt contigus ou très rapprochés, tantôt séparés par des intervalles considérables ; qu'autrefois comme aujourd'hui telle partie de mer a été encombrée de polypiers, tandis qu'on n'en voyait aucune trace dans une autre portion de la même mer ; aussi il n'y a nul besoin de recourir à des dénudations pour expliquer l'absence des polypiers à Don. On n'y trouve pas de polypiers, non plus que sur toute la ligne comprise entre Thonnelle et Tarzy, parce que les polypiers n'ont pas vécu dans cette portion de la mer oolithique.

Quant aux objections faites à nos divisions de l'étage jurassique inférieur, je n'y ferai que bien peu d'opposition. J'avais déjà reconnu depuis longtemps que les marnes de Montigny étaient beaucoup plus développées que nous ne l'avions dit dans la *Géologie des Ardennes*, et, d'un autre côté, la plupart des assises de l'étage inférieur présentent de telles variations, non-seulement dans l'étendue du département des Ardennes, mais souvent sur un espace très restreint, que souvent on ne les reconnaîtrait pas à une faible distance, si on n'en avait suivi les affleurements en observant les changements successifs de caractères, à la suite desquels un banc de calcaire cristallin ou oolithique finit par devenir entièrement argileux ou réciproquement. En présence de ces variations qui auraient fait passer alternativement la même couche d'une formation dans l'autre, nous n'avons dû attacher qu'une importance secondaire à l'assimilation de nos terrains avec les terrains classiques de l'Angleterre, et notre première préoccupation a été de rechercher des assises conservant leurs caractères avec assez de constance, pour qu'il nous fût possible d'établir nos divisions sur des repères certains et assurés. Nons avons été conduits par cette considération à prendre pour limite supérieure de l'oolithe inférieure le calcaire jaune de Don, que l'on peut suivre sans interruption, depuis le département de l'Aisne jusqu'à Montmédy et Thonne-les-Prés, et bien au delà dans les environs de Metz et de Nancy. Cette limite peut n'être pas exactement la limite des formations anglaises. En cherchant à retrouver celle-ci par des considérations paléontologiques, nous aurions pu rencontrer des inconvénients plus graves que M. Hébert n'a pu éviter. Ainsi, à Don il place cette limite à quelques mètres plus bas que nous, au milieu d'un massif uniforme dans lequel on ne peut voir dans les carrières en exploitation aucun joint de stratification, tandis qu'à Montmédy, il place cette limite à 60 mètres au-dessus de ces mêmes calcaires,

parce que les assises qui les supportent, étant devenues plus marneuses, leur faune s'est modifiée avec la nature des dépôts qui les a formées.

L'oolithe miliaire de Baalon, qu'on peut être porté à prendre dans la Meuse pour la grande oolithe, en l'absence d'autres roches présentant les caractères de cette dernière formation, est le prolongement des assises que nous avons désigné dans les Ardennes sous le nom de *Groupe des calcaires gris à oolithes blanches.* Ce groupe qui constitue un horizon géognostique bien constant, depuis le département de l'Aisne jusque dans les environs d'Étain, recouvre dans les Ardennes les calcaires blancs oolithiques et crayeux qui constituent la grande oolithe des cantons de Rumigny, de Signy; l'identité de ces calcaires avec la grande oolithe de l'Angleterre, qui me semble déjà établie d'une manière incontestable par nos observations et par celles de M. d'Archiac, dans le département de l'Aisne, se trouve encore confirmée par les intéressants travaux de M. Piette sur le même terrain. L'oolithe de Baalon, prolongement d'une formation supérieure à la grande oolithe, n'est donc pas elle-même la grande oolithe.

Mais que devient alors la grande oolithe dans la Meuse? Nous avons indiqué comment, à l'E. de la vallée de la Bar, les calcaires blancs de la grande oolithe changeaient peu à peu de couleur, prenaient des teintes grises, jaunes ou bleues, devenaient moins purs, se chargeaient de sable ou d'argile, se subdivisaient en lits plus nombreux, entre lesquels s'intercalaient de petites veines marneuses qui devenaient plus loin de petits lits de marnes, et enfin des couches épaisses d'argile, de sorte qu'avant d'arriver aux limites du département de la Meuse, la grande formation calcaire de l'Aisne et des Ardennes se trouve transformée en une formation marno-calcaire, dans laquelle prédomine l'élément argileux. De cette différence dans les dépôts de la mer oolithique dans ces deux régions, il est résulté que cette mer nourrissait à la fois deux faunes distinctes : celle de l'ouest où prédominent les gastéropodes et les bivalves qui habitent sur les fonds solides, et celle de l'est composée principalement des espèces qui habitent la vase.

Les calcaires à oolithes ferrugineuses de Mouzay et de Baalon (oolithe dorée de Boblaye) se rattachent à l'oolithe miliaire et à l'étage inférieur, comme le prouve l'*Avicula Bramburiensis*. Ce n'est pas cette dernière espèce qui se trouve avec l'*Ostrea Knorri* dans les marnes de la Jardinette; c'est une autre Avicule moins bombée, plus arrondie, à côtes lisses et moins saillantes. Ces calcaires à oolithes ferrugineuses, blondes, n'ont rien de commun avec le minerai de

Raillicourt, en grains noirs, irréguliers, dans une pâte argileuse, et caractérisé par une faune assez riche et toute particulière. Ce dernier minerai est séparé du cornbrash par 8 à 10 mètres de marnes oxfordiennes et appartient lui-même incontestablement à la même formation.

La coupe oxfordienne de la côte de Launois (p. 45) n'indique pas toute l'épaisseur des alternances de calcaires argileux et de marnes qui supportent l'oolithe ferrugineuse supérieure. Cette épaisseur est de plus de 50 mètres dans toute cette région, comme on peut l'observer en un grand nombre de points, et notamment à Wagnon, à Raillicourt, à la crête de Poix. Elle devient plus considérable vers le S., et elle dépasse 100 mètres dans le département de la Meuse. Quant à la couche à oolithes ferrugineuses qui couronne l'escarpement marno-calcaire, elle s'étend sur un petit plateau légèrement incliné vers le S., et va s'enfoncer à 1500 mètres plus loin dans les calcaires coralliens. J'ai suivi les affleurements de cette couche sur une longueur de près de 200 kilomètres, depuis Montmeillant jusque vers l'extrémité du département de la Meuse; elle y occupe constamment la même position entre le coral-rag et les alternances marno-calcaires, à *Perna mytiloides*, à *Ostrea gigantea* (1). Il en est de même à Wagnon, et, si M. Hébert ne l'y a pas vue dans cette position, c'est que peut-être son affleurement y est masqué par des éboulements coralliens, ou qu'il ne l'y aura pas remarqué, parce que les grains ferrugineux, au lieu d'être disséminés dans un limon argilo-siliceux rougeâtre, y seraient empâtés dans un calcaire ou dans une marne blanche assez consistante. Cette dernière variété est assez constante à l'O. de Viel-Saint-Remy, où on l'exploite sous le nom de *castine*, pour servir à l'amendement des terres argileuses.

Dans cette région on rencontre l'oolithe ferrugineuse au bout du ruisseau de Wagnon, vers la cote 118, à moins d'un kilomètre au S, et en aval du village; par suite de l'inclinaison des couches elle se trouve à la cote 214, à une distance de 3 kilom. au N. de ce point; elle doit se trouver à environ 166 mètres à la ferme des Rousseaux, tout près du chemin de Wagnon, à Viel-Saint-Remy, ce qui la placerait à 40 et quelques mètres au-dessous du ruisseau de Wagnon.

---

(1) L'*Ostrea dilatata*, coquille triangulaire et à crochet toujours très saillant, ne se rencontre que dans les argiles inférieures de l'Oxford-clay. On ne rencontre dans les calcaires argileux que l'*Ostrea dilatata*, coquille arrondie, moins bombée, souvent plus grande, et dont le crochet est souvent très peu saillant (voy. *Géol. de la Meuse*, pl. V, fig. 10 et 11, et fig. 12 et 13).

Elle ne peut donc pas se trouver au bord de ce ruisseau sur le chemin de Viel-Saint-Remy, qui sort du village, près de l'église; si en ce point le sol est ferrugineux et mélangé de quelques fossiles des minières, ce n'est pas le minerai qu'on y observe en place, mais c'est probablement un dépôt produit par le lavage des minerais qui, de temps immémorial, s'opère avec tant d'activité sur ce ruisseau, que la prairie en a été exhaussée de plus d'un mètre en certains endroits.

M. Hébert me répond qu'il ne conteste pas l'existence en certains points d'un dépôt d'oolithe ferrugineuse à ciment blanc marneux, à la partie supérieure de l'Oxford-clay, mais que cela n'empêche pas l'existence de la couche de minerai de limon rouge, bien distincte de l'autre par sa position à 50 mètres plus bas et par sa faune ; que si certaines Ammonites sont communes aux deux couches, elles sont toujours plus grandes dans l'assise supérieure qui contient beaucoup de Pholadomyes, de Panopées ou Pleuromyes, et qui ne se rencontrent pas dans l'autre.

Cette distinction de deux couches d'oolithes ferrugineuses n'est nullement fondée. Dans les recherches que j'ai faites pendant plusieurs années dans les minières et les castinières de Mazerny, Neuvizy, Viel-Saint-Remy, etc., j'ai toujours vu les deux variétés à limon rouge et à ciments calcaires ou marneux, en contact l'un avec l'autre et se mêlant sans aucun ordre constant de superposition, et, bien loin que la variété calcaire soit à 50 mètres au-dessus de l'autre, elle se trouve peut-être plus souvent au-dessous d'elle que dessus. Quant aux fossiles, s'il est un certain nombre d'espèces qui ne sont pas communes aux deux dépôts, cette différence s'explique par la nature même de ceux-ci. Ne voyons-nous pas fréquemment sur une même côte certaines espèces se cantonner sur un fond vaseux, tandis que d'autres espèces préfèrent un fond plus solide et y prospèrent davantage? La différence de taille des Ammonites tient aussi à d'autres causes. On ne recueille guère les fossiles des dépôts de minerai que dans les résidus du lavage, et ils sont toujours plus ou moins endommagés par cette opération. Sur plusieurs milliers d'Ammonites que j'ai vues ou recueillies autour des lavoirs, je n'en ai pas trouvé une seule qui ait conservé des traces de la dernière loge. D'un autre côté, tandis que dans les dépôts à ciment plus ou moins calcaires, le test des fossiles est remplacé par une cristallisation calcaire très solide, dans les parties limoneuses, il est remplacé par de la silice qui a formé d'abord deux couches très minces sur les deux parois des coquilles; ces couches se sont ensuite épaissies quelquefois par un dépôt rapide qui a substitué au test une matière compacte et solide, mais plus souvent par une cristallisation lente, qui tantôt a laissé les deux

parois disjointes, et tantôt les a réunies plus ou moins parfaitement par un tissu spongieux. Dans les fossiles un peu épais, il arrive souvent que l'on trouve entre les parois des cristaux de quartz hyalin libres ou adhérents à l'une d'elles. Presque toujours la silice a été trop peu abondante pour solidifier les fossiles d'une certaine dimension, et j'ai rencontré très souvent dans les minières et à la surface des tas de minerai non lavé de grandes Ammonites et d'autres fossiles qui paraissaient bien entiers et qui tombaient en poussière quand on voulait les ramasser.

En résumé, le minerai de fer et la *castine* des environs de Viel-Saint-Remy appartiennent à un seul et même dépôt qui se trouve constamment au-dessus des alternances marno-calcaires de l'Oxford-clay et immédiatement au-dessous du coral-rag. Je n'ai jamais rencontré de formation analogue, ni au milieu ni à la base des calcaires oxfordiens de la Meuse et des Ardennes, et je suis convaincu qu'il n'y en existe pas. C'est pour ce motif que M. Hébert n'a pu l'y retrouver à la côte Saint-Germain (1) (page 48), pas plus qu'il ne l'y retrouverait ailleurs. S'il croit l'y avoir rencontrée quelquefois, c'est dans quelques localités où, s'exagérant l'importance de quelques fossiles, il classe comme oxfordiens certains dépôts essentiellement coralliens : je veux parler des calcaires à grain fin qui se trouvent à Orns, à Creüe, à Liouville, et en quelques autres points à la base du coral-rag.

Mais, avant d'entrer dans le détail de ces dissidences locales, je ferai remarquer une différence essentielle dans la manière dont nous apprécions l'ensemble de la formation corallienne.

M. Hébert prétend trouver au coral-rag, sur toute la ceinture du bassin parisien, une composition uniforme, un ordre constant de superposition; et moi, au contraire, après avoir étudié dans le plus grand détail le coral-rag dans les départements de la Meuse et des Ardennes, je n'y trouve de constant que son *inconstance*. Plus j'ai occasion d'observer cette formation, plus je reconnais qu'il est impossible d'y établir des subdivisions constantes, soit d'après la nature des roches dont les diverses variétés n'existent pas constamment au même niveau géognostique, celles qui se trouvent ici à la base se montrant là à la partie moyenne ou à la partie supérieure, soit d'après

(1) En parlant de la côte Saint-Germain, je rappellerai que longtemps avant la communication faite à la Société par M. Ch. Martins, dans la séance du 5 mars 1855, j'avais constaté (*Géol. de la Meuse*, p. 259 et 285) que les sillons des rochers de la côte Saint-Germain et de Saint-Mihiel étaient dus à l'action des agents atmosphériques.

les fossiles qui se sont répartis plutôt en raison de la nature de la roche qu'en raison du niveau géognostique.

La cause de cette variété est assez facile à comprendre. Les polypiers de l'époque corallienne, pas plus que ceux d'aujourd'hui, n'ont recouvert le fond de la mer d'une couche continue et uniforme. L'étude détaillée du coral-rag de la Meuse m'a laissé la conviction que si on pouvait promener la sonde dans l'épaisseur des calcaires coralliens comme dans les profondeurs de la mer, on reconnaîtrait que les polypiers coralliens sont disposés d'une manière analogue à celle des polypiers de la mer du Sud, formant ici des îlots isolés ou entourés d'*atolls*, là des bancs ou des récifs de forme irrégulière, tantôt à fleur d'eau, tantôt à des profondeurs variables ; que les uns se sont formés dès le commencement de la période corallienne, et les autres dans le cours de cette période, que très peu ou peut-être même qu'aucun d'entre eux n'a pu traverser en entier, chacun d'eux ayant été, à des époques diverses, enfoui sous les dépôts contemporains.

Indépendamment des variations que l'inégale répartition des polypiers dans la mer corallienne a produites directement dans la composition du coral-rag, elle y en a encore occasionné d'autres très considérables.

Les polypiers ne peuvent se développer que dans une mer agitée, où l'eau constamment renouvelée leur apporte à chaque instant la nourriture dont ils ont besoin. Mais la forme et la disposition des bancs de polypiers pouvant faire varier la force et la vitesse des courants qui circulaient autour d'eux ou dans leurs intervalles, et modifier ainsi les caractères des dépôts qu'ils produisaient, ceux-ci ont dû varier d'un point à un autre. Ici un courant rapide, entraînant tous les menus objets, n'abandonnait que des polypiers, de grosses coquilles plus ou moins roulées et réduites quelquefois à l'état de galets et mélangés d'oolithes de grosseurs différentes, comme les calcaires à Dicérates de la tranchée de Vadonville, de Sampigny, etc. Là le courant moins rapide déposait des oolithes plus fines, plus uniformes et des coquilles plus entières, qui présentant une certaine surface à l'action des courants avaient été entraînées malgré leur poids ; tels sont les calcaires à Dicérates de la carrière Sainte-Marie, et les calcaires à *Nerinea Mandelslohi* qui recouvrent les roches de Saint-Mihiel. Ailleurs, le remous produit par des changements de vitesse ou de direction réunissait en un même point les matières les plus pesantes, tandis que les matières plus ténues se précipitaient plus loin et plus lentement. Quelquefois un courant venant frapper directement un banc de polypiers abandonnait au pied de ce banc

toutes les matières charriées et les y accumulait contre sa paroi en un amas à surface plus ou moins inclinée, sur laquelle, sa vitesse se ralentissant, il ajoutait journellement de nouveaux dépôts également inclinés (1), et enfin, surmontant la crête du récif, il déposait à sa surface ou de l'autre côté les matières les plus ténues provenant du frottement des fragments de coquilles ou de polypiers, lesquelles formaient ainsi une vase crayeuse analogue à celle qu'une cause semblable produit aujourd'hui sur les récifs de la mer du Sud, et autour d'eux lorsque la mer y est tranquille, ce qui a lieu surtout dans l'intérieur des atolls. Ces derniers dépôts ont donné naissance aux calcaires blancs à grain fin, qui se trouvent à la base du coral-rag, à Ornes, à Creüe, à Liouville, et dans quelques autres localités, mais qui n'appartiennent pas exclusivement à ce niveau, et qui, loin de former un horizon géognostique continu, ne constituent que des dépôts interrompus de puissance très variable, adossés aux autres variétés de roches coralliennes et surtout aux bancs de polypiers.

On comprend très bien que le développement des bancs de polypiers opposant de nouveaux obstacles aux courants ont pu en modifier la vitesse et la direction, et changer ainsi la nature des dépôts qu'ils effectuaient ou déplacer à différentes époques les lieux où s'opéraient certains dépôts, qui, par suite peuvent se trouver ici à la base, là au milieu ou à la partie supérieure du coral-rag.

Les calcaires d'origine vaseuse ont dû contenir une faune toute différente de celles qui à la même époque habitaient les bancs de polypiers, les oolithes et les galets, et se rapprochant beaucoup par les caractères généraux de la faune oxfordienne. On y rencontre en effet des Pholadomyes, des Panopées, des Céromyes, des *Anatines* et d'autres coquilles lutricoles, parmi lesquelles on retrouve plusieurs espèces de l'Oxford-clay ; mais ce n'est pas une raison suffisante pour classer ces terrains dans cette dernière formation, malgré l'évidence de cette stratification ; ou bien il faudrait en même temps y classer tout le coral-rag, car, comme je le disais il y a quelques mois à Joinville, la plus grande partie des espèces oxfordiennes se trouvent dans le coral-rag, et ce n'est pas uniquement par leur présence, mais bien

(1) Cette disposition s'est surtout produite dans les calcaires à Entroques, qui paraissent généralement former des massifs compactes sans aucun joint de stratification, mais qui, sous l'influence des agents atmosphériques, manifestent souvent ces fissures obliques à la masse que nous avons signalées plusieurs fois dans certains bancs calcaires de la Meuse et des Ardennes.

par leur extrême abondance, que les espèces les plus caractéristiques de l'Oxford-clay caractérisent cette formation.

Ainsi, sans parler des espèces qu'on rencontre dans les calcaires contestés, j'ai recueilli dans les assises dont le classement n'a donné et ne peut donner lieu à aucun doute :

Dans les calcaires oolithiques de la carrière Sainte-Marie à Saint-Mihiel, les *Perna quadrata*, Sow., *Lima proboscidea*, Sow., *Pecten inæquicostatus*, Phill., *P. Moreanus*, Buv., *P. erinaceus*, Buv., *Spondylus velatus*, Gold., *Avicula polyodon*, Buv.

Cette dernière espèce se retrouve encore dans le calcaire à polypiers des environs de Verdun, avec *Cypricardia isocardina*, Buv., *Psammobia Mosensis*, Buv., *Pecten articulatus*, Schl., *Melania striata*, Sow., *Pleurotomaria filigrana*, E. Desl., etc. J'ai recueilli également au même niveau, à la côte Saint-Germain, les *Nerinea nodosa*, Voltz, *Belemnites hastatus*, Bl., à Apremont, le *Pecten Collineus*, Buv. (1). Au Chêne, le *Pecten vagans*, Sow., etc., dans les calcaires à Dicérates de Saint-Mihiel et de Sampigny, les *Perna mytiloides*, Sow., *Purpura Moræana*, Buv., *P. Lapierrea*, Buv., etc. ; dans les calcaires blancs subcrayeux, qui constituent les assises supérieures du coral-rag de Verdun, les *Nerita ovula*, Buv., *Ammonites biplex*, Sow., *Nautilus giganteus*, Sow., etc.

Cette liste, que je pourrais encore allonger beaucoup avant d'y admettre les espèces des terrains en litige, suffit, je crois, pour prouver que les deux faunes corallienne et oxfordienne ne sont pas essentiellement distinctes, et que les deux formations auxquelles elles appartiennent ne sont pas nettement séparées sous le rapport paléontologique ; mais leurs dispositions géognostiques et leurs caractères minéralogiques présentent, dans nos contrées, des différences plus tranchées.

L'oolithe ferrugineuse forme à la partie supérieure des terrains oxfordiens un horizon bien constant et bien caractérisé, quoique dans quelques localités elle soit moins riche en fer. Sur cette oolithe on voit reposer les diverses variétés de calcaires coralliens ; mais, en un seul point, sur quelques coteaux des environs des Éparges, elle est recouverte par environ 20 mètres d'une marne d'un bleu pâle, dans laquelle je n'ai rencontré ni alternances de calcaires, ni fossiles.

---

(1) Je n'ai pas reproduit dans la *Géologie de la Meuse* la description de cette espèce que j'avais crue identique avec le *Pecten intertextus*, Roem.; je crois cependant aujourd'hui qu'elle en doit être distincte.

Elle ne présente aucun des caractères des argiles oxfordiennes, avec lesquelles sa position ne permet pas de la confondre, puisque sur les coteaux voisins à Haudiomont, à Mont, on voit également dans la même position, entre l'oolithe ferrugineuse et les calcaires crayeux compactes qui environnent le plateau, le calcaire à polypiers et le calcaire à débris de coquilles qui y est exploité comme pierre de taille. Cette marne bleuâtre présente donc un facies particulier du coral-rag.

Il en est de même du calcaire crayeux à grain fin, je serais tenté de dire du *calcaire vaseux* qu'on trouve en certains points à la base du coral-rag, et aussi à différents niveaux dans cette formation ; si, d'ailleurs, on persistait à le ranger dans l'Oxford-clay, on arriverait à ce résultat que le coral-rag serait presque entièrement supprimé en quelques points, et notamment à Creüe, où le calcaire vaseux forme sur le versant septentrional du vallon une épaisseur de près de 100 mètres reposant sur l'oolithe ferrugineuse, tandis que sur le versant opposé, le calcaire à polypiers et le calcaire à Entroques reposent au même niveau sur la même oolithe.

Cette disposition n'est pas un fait particulier au col de Creüe. J'ai fait connaître (*Géol. de la M.*, p. 301) que les cols qui coupent le plateau corallien compris entre la vallée de la Meuse et la plaine de la Woëvre, présentent tous cette particularité qu'ils se sont ouverts au point de juxtaposition de deux roches coralliennes différentes, de sorte que sur chacun des deux versants, on voit deux roches différentes reposant au même niveau sur les affleurements de l'oolithe.

Il ne me semble pas que, malgré l'absence de contact immédiat, il puisse y avoir de doute sur la contemporanéité de roches qui sont placées constamment dans des positions aussi complétement identiques. Dans tous les cas, je pourrais citer encore le plateau de Liouville compris entre les cols de Marbotte et de Boncourt, et sur lequel les calcaires à polypiers qui apparaissent sur le versant N., sont juxtaposés aux calcaires vaseux qui forment la partie méridionale du plateau.

Le calcaire blanc présente sur le plateau de Lionville une épaisseur d'environ 50 mètres ; il s'abaisse vers l'O. avec la surface du plateau, et se prolonge au delà de la Meuse, jusqu'à la première tranchée de Vadonville, où il s'élève encore à 30 mètres au-dessus de la rivière, sans qu'il y ait besoin de recourir à une faille pour expliquer la différence de niveau qui existe entre ce dépôt et celui de nature analogue, qu'on remarque au four à chaux de Commercy. Celui-ci, quoique occupant le même niveau géognostique, en est séparé par les calcaires à Entroques de Lérouville, et il est loin d'ailleurs d'avoir le

même développement. A Commercy comme à Vadonville et sur le plateau de Liouville, le calcaire vaseux repose sur l'oolithe ferrugineuse; seulement à Vadonville on n'aperçoit plus cette superposition, parce que l'oolithe s'abaissant vers l'O. sur les flancs du coteau de Liouville et de Boncourt s'est enfoncée sous des alluvions de la Meuse, à Pont-sur-Meuse, à 1 kilomètre à l'E. de Vadonville, où elle doit par conséquent se trouver à environ 20 mètres au-dessous de la rivière. L'oolithe ferrugineuse affleure encore au S. de Lérouville, où elle est recouverte par les calcaires à Entroques ; les fissures parallèles qu'on remarque dans cette dernière roche à la gare de Lérouville ont bien pu faire croire à une faille si l'on n'a pas remarqué qu'elles étaient obliques à la stratification générale, surtout si l'on avait l'idée préconçue que les calcaires blancs dépendaient de l'Oxford-clay; mais il n'en est rien, le calcaire blanc et le calcaire à Entroques ont été déposés tous deux dans leur position actuelle, au-dessus de l'oolithe ferrugineuse, et il n'y a pas là plus de failles que dans la vallée de la Meuse à Don.

La deuxième tranchée de Vadonville est ouverte à la pointe d'un coteau situé à 1 kilomètre N.-O. de la précédente. Elle est creusée dans les calcaires noduleux à Dicérates. Il ne me paraît pas certain que ces calcaires reposent en ce point sur ceux de la première tranchée ; mais dans tous les cas, ils y atteignent un niveau géologique plus élevé et paraissent y former les assises supérieures du coral-rag. Mais ce n'est pas un fait constant, et en beaucoup d'autres points les assises coralliennes présentent des caractères tout différents. On n'y retrouve aucune trace des roches à Dicérates et à galets roulés, non, comme il est dit à la page 55, parce que ces roches auraient été enlevées par des dénudations, mais parce que toute l'étendue de la mer corallienne n'était pas soumise à l'action des courants violents qui les ont déposées.

Ces calcaires à Dicérates sont séparés des calcaires marneux supérieurs du calcaire à Astartes, par une épaisseur de plus de 100 mètres. Il y a donc nécessairement une erreur dans la coupe de la page 59. Cette coupe me paraît être prise dans la tranchée située au N. de Cousances et à l'E. de la grande tranchée; mais alors cette tranchée ne serait pas ouverte dans les calcaires à Dicérates du coral-rag, mais bien dans les assises du calcaire à Astartes que j'ai appelées *Calcaires blancs à grosses oolithes irrégulières.* Elles contiennent, comme le calcaire à Dicérates, le *Cardium Buvignieri*, Desh., plusieurs Nérinées et une Dicérate différentes des espèces coralliennes. La roche elle-même présente une grande analogie avec celle du coral-rag; mais en l'examinant attentivement, on reconnaît qu'elle est d'un

blanc plus pur, et qu'au lieu de fragments de polypiers et de coquilles réduits en galets, elle contient des Nodules concrétionnés. Ces calcaires, qui sont entamés sur plus de 6 mètres dans la première tranchée de Cousances, passent plus haut à des calcaires à oolithes plus régulières, puis aux calcaires blancs fissiles, et puis enfin aux calcaires marneux dans lesquels est ouverte la grande tranchée de Cousances.

M. Hébert me répond qu'il n'a pas commis l'erreur que je lui attribue, qu'il est bien certain que c'est le calcaire à Dicérates avec tous les fossiles coralliens qu'il a retrouvé dans la tranchée située entre les kilomètres 282 et 283. Cette indication si précise en elle-même, est un peu vague pour moi qui n'ai pas parcouru la ligne du chemin de fer depuis que les poteaux kilométriques ont été posés. Je crois cependant me rappeler que le poteau 288 est près du passage à niveau de Vadonville, et la tranchée dont je parle doit bien être à 8 kilomètres de ce passage. La coupe de M. Hébert s'appliquerait donc à une tranchée moins considérable, qui se trouverait au N. de Girouet ou de Grimaucourt, vers le point où le chemin de fer quitte le coral-rag, pour entrer sur les calcaires à Astartes ; mais dans ce cas, comment est-il possible de dire que le caractère oolithique des roches disparaît à partir du calcaire à Dicérates, ou qu'il n'y est plus qu'exceptionnel ? Les assises oolithiques sont de beaucoup les plus nombreuses dans le massif compris entre les argiles à *Ostrea deltoidea*, Sow., et les marnes à lumachelles, massif qui acquiert vers le centre du département une puissance de près de 40 mètres. Les calcaires blancs à grosses oolithes irrégulières qui sont entamés sur plus de 6 mètres dans la première tranchée de Cousances, forment aussi une épaisseur de 12 à 15 mètres presque entièrement oolithiques. Il faut donc que cette tranchée ait été complétement omise avec la partie des calcaires à Astartes qui lui est inférieure. Et, en effet, les descriptions comme les fossiles paraissent concerner exclusivement les assises de calcaire marneux qui ont environ 30 mètres d'épaisseur, et il ne serait pas question du reste de la formation qui a près de 110 mètres de puissance, et dont plusieurs assises sont entamées çà et là par des déblais peu considérables, entre Gerouet et Cousances.

M. Hébert dit (p. 73) : « Vers le nord du département de la Meuse » le calcaire portlandien diminue d'épaisseur, mais non pas comme le » dit M. Buvignier, par la disparition des assises supérieures.

» L'assise supérieure est en effet représentée d'une manière incon» testable à 2 kilomètres de Cheppy, près Varennes, sur le chemin » de Montfaucon, par des couches de grès coquilliers et de calcaire » à lumachelle. »

L'heure de la séance est trop avancée pour que je répète ici ce que j'ai dit dans la *Géologie de la Meuse*, ou que je reproduise tous les détails que j'ai exposés lors de la réunion extraordinaire de la Société, à Joinville, et qui, je crois, établissent d'une manière incontestable que l'exhaussement du bord oriental du bassin parisien qui s'est manifesté pendant toute la période jurassique, et qui a produit dans cette contrée la superposition à niveau décroissant des assises liasiques et jurassiques et le débordement des assises liasiques les unes sur les autres, a cessé dès le commencement de la période crétacée, et qu'il a été remplacé par un mouvement également lent et graduel d'exhaussement vers le sud; que, par suite de ce mouvement, les assises crétacées, rejetées successivement vers le nord, ont débordé les unes sur les autres de la même manière que les assises du *lias* sur le terrain de transition des Ardennes; que la mer crétacée, rejetée ainsi vers le nord, avait empiété peu à peu sur les assises jurassiques qui constituaient ses bords et les avaient masquées les unes après les autres sous les dépôts qu'elle effectuait; de sorte que, à mesure qu'on avance vers le nord, on voit les assises crétacées inférieures disparaître les unes sous les autres, tandis qu'en même temps les assises jurassiques supérieures disparaissent les unes après les autres sous les affleurements des diverses assises crétacées.

J'ai indiqué les points où disparaissent les diverses formations crétacées et les principales assises des trois sous-groupes portlandiens. Je me bornerai donc à faire remarquer ici que les lumachelles et les calcaires blancs fossilifères à *Trigonia gibbosa*, Sow., *Gervillia linearis*, Buv., *Cerithium trinodule*, Buv., *G. gronicostatum* (1), Buv., etc., qui les accompagnent, appartiennent à la partie supérieure du sous-groupe inférieur. Or, les lumachelles se trouvant dans les environs de Varennes à 2 ou 3 mètres au-dessous du Gault, il en résulte que le sous-groupe supérieur et le sous-groupe moyen tout entier, et même une partie des calcaires blancs fossilifères, ont disparu dans cette région. Le fait cité confirme donc mon opinion bien loin de la détruire.

M. Viquesnel appelle l'attention de la Société sur le lieu de la prochaine réunion extraordinaire.

---

(1) Ces assises sont différentes de celles qui contiennent dans le sous-groupe supérieur les *Cerithium supra-costatum*, Buv., *C. Vivauxium*, Buv., *C. Dammoriense*, Buv. Remarquons en passant que les *Gervillia linearis*, *Trigonia gibbosa*, *Nœera mosensis* et plusieurs autres espèces traversent toute la série portlandienne.

M. de Verneuil émet l'idée de se réunir à Liége; M. de Roys propose Lyon, et le Président rappelle la proposition faite par M. de Moré de choisir la ville de Mende dans la Lozère.

M. Bayle propose à son tour Angoulême. La Société pourrait être guidée dans ses excursions par M. Coquand, qui exécute en ce moment la carte géologique de la Charente, et serait heureux de diriger la Société dans ses courses.

Ces diverses propositions seront examinées par le Conseil dans sa prochaine séance.

Séance du 18 *mai* 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la justice, *Journal des savants*, avril 1857.

De la part de M. G. Cotteau :

1° *Catalogue des échinides fossiles des Pyrénées*, par MM. Leymerie et Cotteau (extr. du *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XIII, p. 319), in-8, 37 p.

2° *Compte rendu de la session tenue par la Société géologique de France, le* 7 *septembre* 1856, *à Joinville* (*Haute-Marne*). — *Comparaison des terrains observés par la Société avec ceux du département de l'Yonne*, in-8, 11 p.

De la part de M. H. Crosse : *Notice sur les Bulimes de la Nouvelle-Calédonie et description de deux espèces nouvelles* (extr. de la *Revue et Magasin de zoologie*, n° 2, 1855), in-8, 7 p., 1 pl.

De la part de M. B.-F. Shumard, *Description of new* fossil Crinoidea *from the Palæozoic Rocks of the Western and Southern portions of the United States* (from the *Trans. of the Acad. of sc. of S.-Louis*, 1857), in-8, 12 p., 1 pl.

De la part de M. de Longuemar, *Études sur la circulation naturelle des eaux superficielles et souterraines dans le département de la Vienne* (extr. du *Journal de la Vienne*), in-8, 41 p., 1 carte. Poitiers, 1856; chez A. Dupré.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Acad. des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, nos 18 et 19.

L'Institut, 1857, nos 1218 et 1219.

Réforme agricole, par M. Nérée Boubée, n° 100, 10e année, avril 1857.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs, 2e série, VIIe vol., 1856.

Bulletin de la Société d'études scientifiques et archéologiques de la ville de Draguignan, t. I, janvier 1857.

Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1855. — *Monatsbericht der K. Preuss. Akad. der Wissensch. zu Berlin*, juin à décembre 1855, janvier à décembre 1856.

Transactions of the geological Society of London, 2d ser., vol. VIII, part. 4.

The Athenæum, 1857, nos 1541 et 1542.

Revista minera, t. VIII, n° 167, 1857.

The American Journal of science and arts, by Silliman, 2d ser., vol. XXIII, mai 1857, n° 69.

M. le Président annonce qu'il existe un projet pour l'érection d'un monument à A. Dumont.

M. d'Archiac fait remarquer que la Commission qui s'est constituée dans ce but n'a encore arrêté aucun programme, et n'a pas indiqué non plus de chiffre de souscription; elle s'est bornée à adresser aux sociétés savantes des têtes de listes, en laissant toute liberté aux souscripteurs.

M. d'Archiac propose qu'à l'avenir les notices rédigées pour la Société sur ses membres décédés soient nécessairement accompagnées d'une liste bibliographique complète de leurs travaux, dressée par ordre chronologique.

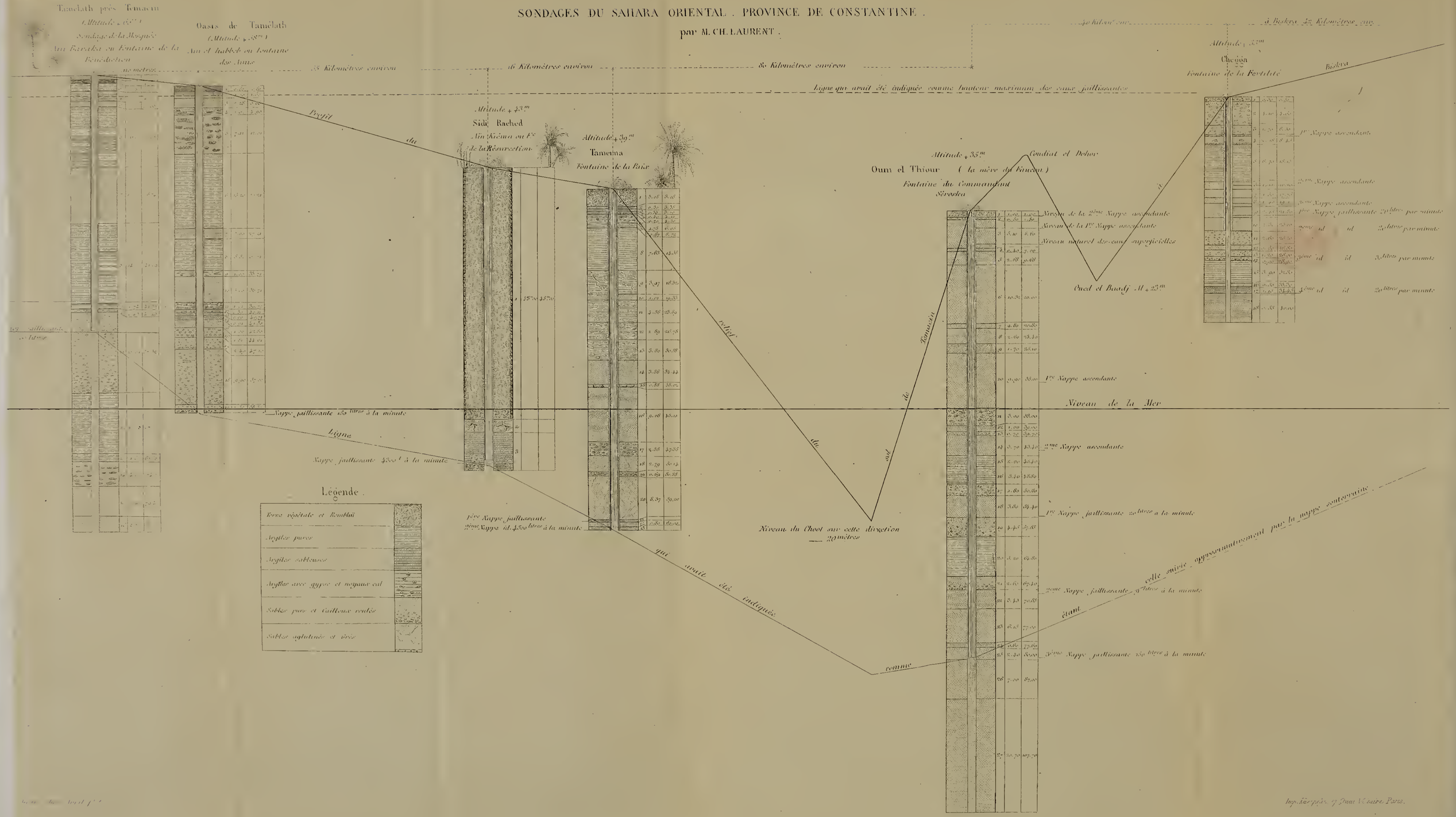
Cette proposition, adoptée par la Société, sera insérée au *Bulletin*.

M. le Président annonce que le Conseil, après avoir examiné

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

SONDAGES DU SAHARA ORIENTAL. PROVINCE DE CONSTANTINE.

par M. CH. LAURENT.



Imp. Kerpfer 17 Quai Voltaire Paris.

BRITISH MUSEUM
G S D
NATURAL HISTORY.

COUPES HYPOTHETIQUES DE L'ALLURE PROBABLE DE LA NAPPE D'EAU SOUTERRAINE DU SAHARA ORIENTAL DE TEMACIN À M'RAIER ET 1° DE M'RAIER À BISKRA.

Fig. 1.

Echelle pour les longueurs.

0 10 20 40 60 80 100 Kilom.

Echelle pour les hauteurs.

0 50 100 200 300 400 Mètres

2° DE M'RAIER A KHANGA SIDI-NEDJI.

Fig. 2.

3° DE M'RAIER A DOUCEN

Fig. 3.

Fig. 4.

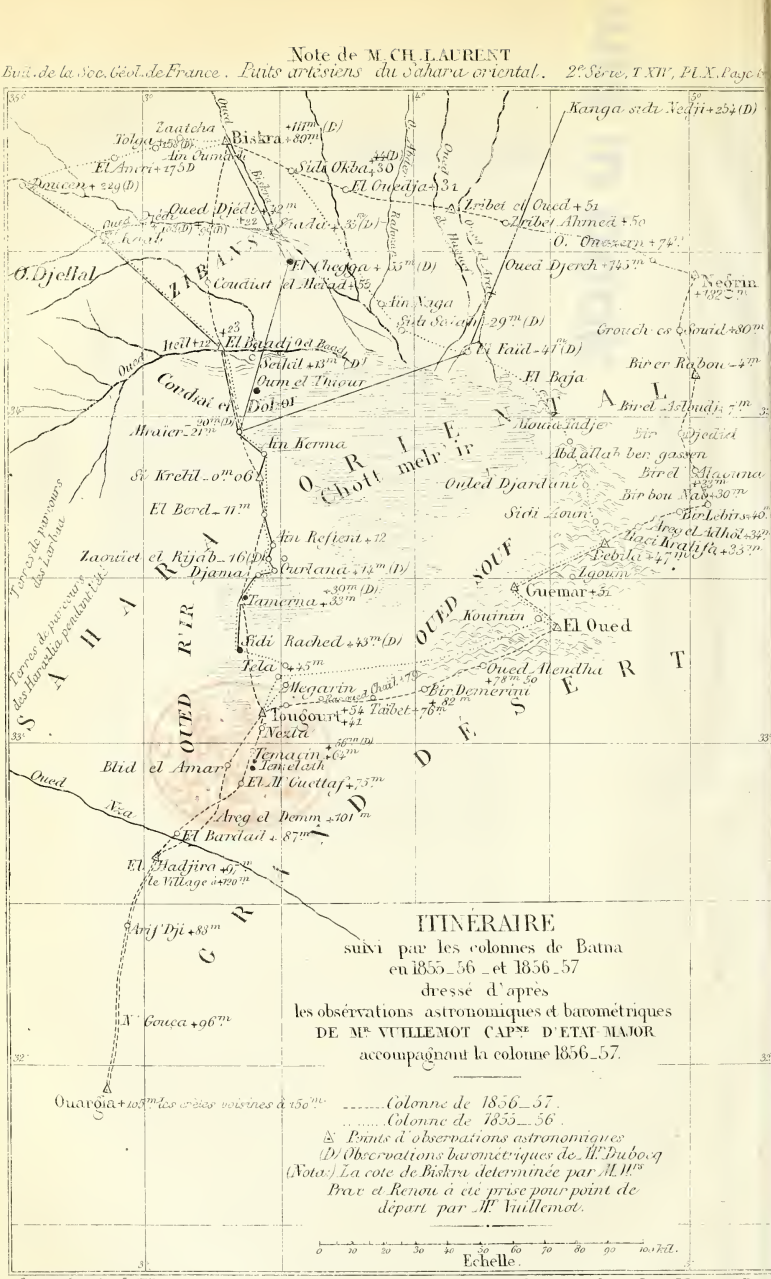
Marabout

Coupe sur les bords de l'oued Doucen près du Bordj.

Les altitudes sont prises dans le mémoire de M. Dubocq.

Imp. Kaeppelin 17 Quai Voltaire Paris.

BRITISH MUSEUM
G24 SD
NATURAL HISTORY


ITINÉRAIRE
suivi par les colonnes de Batna
en 1855_56 et 1856_57
dressé d'après
les observations astronomiques et barométriques
DE Mr VUILLEMOT CAPNE D'ETAT MAJOR
accompagnant la colonne 1856_57.
Colonne de 1856_57.
Colonne de 1855_56.
Points d'observations astronomiques
(D) Observations barométriques de Mr Duboeq
(Nota) La cote de Biskra déterminée par MM. Brav et Renou a été prise pour point de départ par Mr Vuillemot.
Echelle.
Biskra
Tolga
El Amri
Doucen
Zaatcha
Ain Oumel
Sidi Okba
El Ouedja
Kanga sidi Nedji
Oued Djedi
Kouab
Oued Djerch
Neghrin
Coudiat el Mekad
Ain Naga
Sidi Saad
El Faïd
El Baja
Bir er Rabou
Bir el Abiadh
Seïl
El Bordj
Seïl
Oum el Theour
Bou el
Maier
Ain Kerma
Ouled Djardani
Sidi Aoun
Bir bou Nab
Bir Lebirs
Aïn Reflent
Zaouïet el Rijab
Djama
Tamerna
Sidi Rached
Tela
Guemar
El Oued
Kouinin
Oued Aendha
Bir Demerini
Touggourt
Tamacin
Blid el Amar
El M'Guettaf
Areg el Demm
El Bardail
El Hadjira
Arif Dji
Ouaroia
Oued Nza
Oued Djellal
Coudiat el
Oued
Kouinin
Lagoun
Bir el Alouadji
Bir Djedid
Bir el Alouana
Bir Kratifa
Areg el Athol
Feb la
Tolga
Ain Oumel
Sidi Okba
El Ouedja

les diverses propositions qui lui ont été soumises pour la réunion extraordinaire de 1857, s'est décidé à proposer Angoulême.

La Société vote à l'unanimité la réunion extraordinaire à Angoulême. La première séance aura lieu le 6 septembre prochain.

M. Ch. Laurent fait la communication suivante :

Puits artésiens du Sahara oriental, par M. Ch. Laurent ; (Planches X, XI et XII).

Dans un compte rendu de notre voyage au Sahara oriental fait à la Société des ingénieurs civils, et dont nous avons remis un exemplaire à la Société géologique, nous avons décrit en détail les localités que nous avons parcourues pendant les mois de novembre, décembre 1855 et janvier 1856.

Nous avons été guidé dans ce voyage par les écrits précédents de MM. Fournel, Dubocq et Berbrugger, qui, l'Oued-souf excepté, nous ont devancé de plusieurs années dans cette excursion encore assez peu commode.

Notre mission était d'examiner, comme praticien, le pays désigné par nos savants prédécesseurs comme propre à recevoir l'application des méthodes européennes pour faire arriver à la surface du sol du désert les eaux nécessaires :

1° Pour créer une route d'oasis ou tout au moins des lieux d'étapes entre Biskra et l'ouad R'ir, aujourd'hui si sincèrement soumis à notre domination.

2° D'attirer sur ce nouveau chemin le commerce si important du Sud pour nos possessions, au lieu de le laisser se diriger presque exclusivement vers la régence de Tunis.

3° De faire revivre des oasis mortes ou ruinées par suite de l'extinction irréparable des puits indigènes et de l'impuissance de l'industrie locale, soit pour les réparer, soit pour en construire d'autres.

4° De créer de nouvelles oasis là où rien n'existe faute d'eau seulement.

Dès 1854, le général Desvaux, commandant la subdivision de Batna, jugeant des merveilleuses transformations qui résulteraient pour le pays de la solution heureuse d'un problème dont les résultats seraient aussi importants, prit la résolution, avec l'appui du général Meissiat, commandant la province de Constantine, et du maréchal

Randon, gouverneur de l'Algérie, de donner un commencement d'exécution à ces projets étudiés déjà depuis longtemps.

Nous venons donc soumettre à la Société géologique nos idées sur l'origine et la constitution du Sahara algérien, ainsi que les coupes des puits déjà pratiqués sur la ligne principale de Biskra à Temacin, lesquelles viennent dès à présent jeter quelque lumière sur ce sujet.

Le Sahara proprement dit semble un golfe appartenant au vaste ensemble des déserts autrefois couverts par les mers et actuellement exondés comme lui. Ce golfe aurait eu son ouverture vers Gabès, qui était le seul point de communication avec la Méditerranée avant la formation du puissant cordon littoral qui l'en sépare aujourd'hui.

Ce bassin, desséché depuis peu, géologiquement parlant, peut devoir sa disposition actuelle à plusieurs circonstances causées par les soulèvements successifs des monts Aourès, dont les contre-forts qui bordent le Sahara oriental, comme d'immenses falaises, présentent des pendages en tout sens, tantôt vers le sud, tantôt vers le nord, montrant alors leurs tranches calcaires rompues et redressées au désert qui cache ainsi leur prolongement affaissé à une profondeur qui ne pourra être déterminée que lorsque des sondages auront traversé les terrains qui les recouvrent.

On peut supposer que ce vaste golfe, après avoir été en partie comblé par les poudingues, cailloux roulés et sables formés des éléments arrachés violemment aux montagnes secondaires qui le limitent vers le nord, s'est rempli successivement par les matériaux provenant de la désagrégation des bassins tertiaires élevés, contenus dans des lacs intérieurs et immenses. Des oscillations du sol contemporaines de ces phénomènes d'érosions semblent avoir soulevé et exondé à plusieurs reprises ce fond de golfe.

Le sol du désert est donc, comme on le voit, un terrain quaternaire ou post-pliocène. On retrouve sur toute la zone nord du Sahara oriental et dans les vallées qui le précèdent ces immenses poudingues plus ou moins agrégés, mais composés presque exclusivement de cailloux roulés appartenant pour la plupart aux calcaires néocomiens qui constituent presque toutes les hautes montagnes des Aourès. Ces poudingues ou cailloux roulés vont, en dégradant de grosseur jusqu'à passer à l'état de sables fins, former l'immense couche perméable qui contient la grande nappe aquifère; ils paraissent être les premiers résultats des phénomènes d'érosion qui se continuent encore actuellement, mais sur une faible échelle, aux dépens des lambeaux encore existants des terrains tertiaires, lambeaux oubliés en quelque sorte dans les bassins qui les contenaient, comme témoins de l'importance qu'avaient leurs dépôts.

Ce terrain quaternaire, par la disposition des couches qui le composent et par les fossiles qu'elles renferment, semble confirmer cette opinion, que le Sahara a été, par suite d'exhaussements et d'affaissements successifs du sol, alternativement désert exondé ou fond de mer.

Des terrasses littorales, dont la dernière et la plus importante, désignée sous le nom de Coudiat-el-Dohor, présentent des falaises successives et sensiblement parallèles au contour primitif du bassin vers le nord, marquent les différentes stations des eaux et la diminution progressive de leur surface. Ces anciennes traces de falaises ou de rivages ne sont pas toujours parfaitement accusées; l'action des agents atmosphériques et surtout du vent sur les parties sableuses les ont fait disparaître en partie.

Le *Cardium edule* est répandu en certains points sur le sol, dans un sable identique avec celui du littoral actuel; il semble indiquer aussi les contours de rivages récemment abandonnés par les eaux, et cela depuis le Sahara occidental, élevé de 5 à 600 mètres au-dessus de la surface des mers actuelles, jusqu'au Sahara oriental, affaissé vers le Choot Melr'ir à 86 mètres au-dessous de ce niveau.

Le *Cardium edule*, dans le sondage de Ouem-el-Thiour, au pied du Coudiat-el-Dohor, s'est rencontré jusqu'à une profondeur de 7 mètres, tandis que le *Planorbis cornu* s'est trouvé dans les sables rouges quartzeux, avec cailloux roulés, à la profondeur de 98^{m},50.

La partie haute du désert vers El Aghouat présente, dit-on, des terrains ayant la plus grande analogie avec ceux de la partie basse.

Les dispositions principales de cet énorme dépôt sont celles qu'affectent les grands deltas; tous les matériaux qui le composent se sont déposés dans un ordre de succession qui pourrait servir en quelque sorte à nombrer les différentes époques et l'énergie des courants qui les ont transportés. Bien que l'arrangement partiel des dépôts supérieurs surtout ait dû subir tous les caprices d'un fond irrégulier présentant des différences de niveau, des ondulations, des obstacles qui, en arrêtant les détritus sur certains points, les ont fait s'accumuler de manière à donner naissance à des plateaux qui ont déterminé des lignes de partage des eaux, les directions générales semblent s'être peu modifiées et avoir plus ou moins persisté aux surélévations successives. Telles sont probablement les terres élevées servant de parcours pendant l'été aux Harazlia et aux Larba qui séparent les vallées principales de l'oued Djedi; la première, descendant de ce plateau et se dirigeant vers le sud-est au-dessous d'Ouargla, et la seconde partant des plateaux d'El Aghouat pour se diriger vers l'est et se rendre aux grands choots Melr'ir,

El Selam, Saïal, El Adjela, etc., qui occupent les parties basses du Sahara oriental, et forment l'immense et mystérieux marécage connu sous le nom de *Melr'ir*.

Le Sahara, lorsqu'il était occupé par la mer, devait présenter déjà un fond irrégulièrement ondulé. Ces ondulations ont dû être rendues plus sensibles encore, par suite de la différence de dureté des premiers dépôts existants que les eaux en se retirant entraînèrent dans leur mouvement de retrait. Ce mouvement de retrait sur la surface ondulée du désert a dû être modifié sur les points où l'eau formait des estuaires, des détroits ou des baies. Sur ces différents points, les détritus transportés par des courants d'intensité variable ont dû se disposer, s'accumuler en raison de ces circonstances.

Aujourd'hui on voit encore, par la marche actuelle des matériaux transportés par les crues fortes, mais rares des rivières, de semblables effets se produire selon la forme des rives et la plus ou moins grande rapidité des courants. On a ainsi l'image affaiblie et sur une petite étendue de ce qui a dû se produire sous l'influence des grandes rivières torrentielles formées par la rupture des parois d'anciens lacs élevés.

Les cours d'eaux actuels suivent plus ou moins le thalweg des larges vallées, ou plutôt des larges ondulations qui sillonnent presque imperceptiblement à la vue cette immense surface du désert, en apparence presque plane, là où les sables en mouvement ne rompent pas la monotonie du relief. Ces rivières, sèches pendant la plus grande partie de l'année, se changent en torrents pendant la saison des pluies, modifient souvent leur lit creusé dans un sol toujours facilement désagrégeable; elles charrient ou roulent limon, sables et cailloux, qu'elles déposent en opérant un triage, en raison de la densité des matières ainsi transportées, déposant d'abord les cailloux, puis les sables, et enfin le limon qui, en vertu de sa légèreté, est transporté le plus au loin, et finit par recouvrir, avec le ralentissement ou l'extinction du cours d'eau, sables et cailloux d'un limon plus ou moins argileux. De là cette succession, ces alternances de sables et d'argiles que nous retrouvons dans les forages, beaucoup plus constantes quant à leur nivellement et à leur étendue, lorsqu'on pénètre profondément dans le sol jusqu'à la rencontre de celles qui résultent des anciennes et puissantes érosions, que lorsque restant sur les bords du bassin on attaque les dépôts plus récents.

Les sondages pratiqués dans les couches inférieures donnent des résultats différents en raison de l'altitude des points sur lesquels ils sont pratiqués. Une autre cause vient aussi modifier le débit d'un puits; elle dépend du plus ou moins de perméabilité des sables

rencontrés, perméabilité qui varie souvent à peu de distance comme la force des courants qui les ont déposés.

Par l'ensemble des puits dont nous donnons les coupes, on reconnaît que pour la partie qui nous occupe en ce moment, ce vaste dépôt s'est fait en grande partie de l'ouest et du nord, se dirigeant vers l'est et le sud.

Le puits d'Oum-el-Thiour, le plus rapproché de la zone nord, contient beaucoup plus de sables que de marnes ou d'argiles. Il est probable que ces dernières, plus légères, ont dû, sous l'influence des courants du nord, se transporter vers le sud-est, et arriver à se déposer dans l'Ouad-R'ir où nous les retrouvons plus abondantes et où elles se mélangent à des sables plus fins.

Si, comme nous le supposons, on peut admettre comme probable la marche que nous avons indiquée pour la formation de ce terrain détritique, on peut admettre aussi que, jetant les regards plus loin et sur des contrées non encore explorées, de semblables phénomènes ont dû se produire également sur toute la ceinture peu connue des déserts vers le sud, et, si les montagnes qu'on y signale se rejoignent avec celles du Maroc et celles-ci avec celles de l'Algérie, il paraîtrait évident que les eaux s'infiltrent sur tout le pourtour de cet énorme bassin en descendant vers les points les plus bas. Ce parcours aurait lieu, non pas peut-être en suivant une courbe régulière semblable à celle que nous avons tracée entre les différents points que nous avons parcourus, mais plus probablement en suivant des ondulations successives, correspondantes à des séries de bassins qui, comme ceux que l'on observe à la surface, sont disposés en gradins ou étages occupant des hauteurs différentes et se déversant les uns dans les autres.

Nous reproduisons les courbes hypothétiques que nous avions tracées avant l'exécution des sondages, comme résumé des premières idées que nous nous étions faites sur le parcours souterrain de la nappe aquifère qui alimente l'Ouad-R'ir, et de son prolongement dans trois directions qui viennent aboutir à la ligne montagneuse qui limite le bassin vers le nord.

L'aspect du Sahara n'est pas, ainsi qu'on se le figure assez généralement, celui d'une plaine sableuse, immense solitude sans végétation aucune ; en dehors de certaines plantes particulières au désert, qui, à des époques données, le couvrent par places d'un manteau de verdure, il y a en plusieurs points, comme dans l'Ouad-R'ir, des intermittences assez nombreuses où des oasis de dattiers fortement peuplées, viennent rompre la monotonie désespérante en quelques lieux. Sur d'autres points malheureusement très étendus, comme près du

R'âbah des Ouled-Djellal, le vent entraîne sur certaines surfaces les sables les plus légers, et ne laisse dans sa direction la plus constante que de longues traînées de ces cailloux roulés fortement gravés par les agents atmosphériques, quelle que soit leur consistance.

Quelquefois, comme dans l'Ouad-Souf, des villes importantes se sont élevées au milieu même des dunes de sables, luttant avec énergie contre leur envahissement dès que leur mobilité est assez peu vive pour le permettre. Ces sables mouvants, en dunes énormes ou répandus sur la surface du désert, chauffés par l'ardeur du soleil et soulevés en nuages par les vents particuliers au pays, ceux du sud-ouest (simoun), changent trop fréquemment le relief du sol pour que l'on puisse songer même à l'établissement de quelques puits fixes, si ce n'est peut-être en quelques endroits très rares où existent des entonnoirs profonds où les sables agglutinés par des infiltrations gypseuses et sous la pression de leur masse ont formé de véritables grès. Ces grès assez tendres ont cependant assez de résistance pour former çà et là au milieu de ces entonnoirs des blocs isolés, de fortes dimensions, où se retrouve la stratification des différentes couches successives qui les ont formés.

Ces sables vouent à une stérilité complète d'assez vastes étendues non encore comprises dans le grand désert proprement dit. Là est un obstacle contre lequel toute force humaine est impuissante lorsqu'il atteint cet immense développement, qui rend même les voyages dangereux.

Néanmoins on peut espérer que de distance en distance, à El-Baja, à El-Mouia-Tadjer, à Abd-Allah-Ben Gassen, à Ouled-Guardani, à Sidi-Aoun, à Débila, à El-Oued, et enfin, à El-Ouibett, points favorisés d'un peu de calme, on pourra obtenir de la sonde les bienfaits d'une eau si difficile à se procurer. Des fontaines abondantes, sinon jaillissantes, suffisamment protégées contre l'envahissement des sables, pourront rapprocher pour les caravanes les lieux d'étapes si éloignés les uns des autres.

En dehors de parties si mal partagées et que l'industrie humaine ne peut songer à modifier d'une manière efficace, il y a, et sur les points les plus rapprochés du Tell même, d'immenses surfaces fertiles et en partie incultes. La terre, quoique excellente, faute d'eau, ne produit rien et semble attendre ou solliciter notre possession. La nature y est plus que silencieuse ; elle est muette ; aucun bruit dans l'atmosphère si transparente que l'œil perçoit à des distances incroyables ne vient troubler l'isolement effrayant qu'on éprouve.

Heureusement, si nos convictions ne nous trompent point, dans quelques années une partie de ces affreux déserts aura changé

d'aspect et l'on sera tout étonné d'y rencontrer les plus belles productions. Ainsi toute l'immense plaine qui sépare les monts Aourès du Choot Melr'ir, sillonnée par l'Oued-Biskra, l'Oued-Roumel, l'Oued-Djedi et une multitude de ravins presque toujours desséchés dans cette partie basse, pourra être facilement irriguée au moyen de puits artésiens. Cette plaine est composée d'un lehm argileux ayant souvent 5 à 6 mètres d'épaisseur, propre aux cultures les plus riches et les plus variées.

Il est assez difficile de reconnaître aux affleurements l'allure des poudingues, sables et cailloux roulés que nous considérons comme les couches perméables servant de chemin aux eaux artésiennes. Nous voyons presque immédiatement les couches s'enfoncer sous les terrains supérieurs du désert. Néanmoins un sondage entrepris à Biskra, au début de notre domination sur cette ville, et une coupe fort intéressante sur les bords de l'Oued-Doucen jettent quelque jour sur cette question.

Le sondage de Biskra a été poussé jusqu'à 81^{m},65, à travers onze ou douze bancs de poudingues séparés par des argiles ; vers la base du forage, à 70 mètres environ, ces poudingues sont désignés comme calcaires, mais M. Dubocq croit que ces calcaires ne sont que de gros blocs pouvant provenir des fréquents accidents résultant de pentes abruptes et de brusques dislocations.

Si l'on vient du désert dans la direction de M'raier à Doucen, on observe, en se rapprochant de la lisière montagneuse, une succession de collines mamelonneuses composées à leur base de marnes vertes avec cristaux de gypse et couronnées par d'énormes dépôts de cailloux roulés libres ou empâtés dans la masse. Deux de ces collines sont recouvertes à leur sommet de roches détachées d'un calcaire compacte avec quelques perforations tubulaires semblables à celles qu'eussent pu produire des gaz en s'échappant au travers d'une matière encore molle. Ces calcaires, s'ils sont en place, ce dont on peut douter, seraient tertiaires malgré toute leur apparence secondaire.

Près du R'âbah des Ouled-Djellal, l'oued Djedi coule sur les assises d'un calcaire coquillier ferrifère; bien que les fossiles soient indéterminables, on ne peut douter qu'ils soient tertiaires.

De ce point à Doucen, on chemine continuellement sur des poudingues plus ou moins agglutinés jusqu'à un bordj très important bâti sur l'emplacement d'un fort romain. Cette construction est établie sur une des éminences qui bordent l'oued Doucen. Près de là se trouvent des collines qui semblent coupées à pic, soit pour la construction d'un ancien canal romain dont on distingue encore les restes, soit comme carrières pour le fort. Deux de ces collines nous ont

donné la coupe suivante que nous reproduisons. Les couches très nettes qui les composent sont fortement courbées, se succèdent dans l'ordre suivant et paraissent se superposer (fig. 4, Pl. XI) :

	m
A. Terre végétale et cailloux roulés	1,00
B. Poudingue assez solide, surtout vers la base	4,00
C. Calcaire souvent assez compacte et sans beaucoup de cailloux roulés, couche irrégulière ayant dans sa plus grande épaisseur et en deux ou trois lits	1,00
D. Marnes rouges	4,00
E. Poudingue terreux	3,00
F. Calcaire compacte souvent en petits lits	1,00
G. Petite couche de gypse cristallisé	0,04
H. Marne jaunâtre très fendillée	0,60
I. Petite couche de marne verte avec gypse cristallisé	0,10
J. Marne d'un jaune rougeâtre, assez dure	0,15
K. Marne rouge irisée, avec cristaux de gypse se continuant dans le sol	4,00

Ces dernières marnes paraissent donc supporter toute la série des terrains détritiques supérieurs et appartenir aux terrains tertiaires miocènes.

Sur un grand nombre de points, en remontant la rivière, les couches calcaires sont à nu et disloquées dans tous les sens; elles ne présentent aucun pendage régulier ; il arrive même que sur une très petite étendue la même couche varie en sens complétement inverse, et accuse des dislocations du sol depuis le dépôt des premiers poudingues.

Ces calcaires souvent très durs nous ont paru se rapprocher complétement de ceux employés par les Romains dans la construction du fort de Doucen ; quelques pierres de plus fortes dimensions semblent appartenir aux calcaires secondaires ou peut-être au calcaire nummulitique de Zaatcha.

En résumé, la succession des terrains peut s'établir dans l'ordre suivant :

Terrain crétacé des monts Aourès.
Calcaire nummulitique de Zaatcha.
Marnes et gypses miocènes de Doucen.
Poudingues, cailloux roulés, sables anciens.
Terrain quaternaire ou détritique.

Nous allons voir, par le détail suivant des travaux accomplis jusqu'à ce jour sur la grande ligne de Temacin à Biskra, que la série des couches rencontrées n'offre aucune analogie avec les terrains miocènes de Doucen ; elles appartiennent donc à une formation pos-

térieure, qui aurait pour base les alternances modifiées des poudingues et argiles traversées à Biskra et se montrant sur les collines soulevées des environs de Doucen.

Sondage d'Oum el Thiour (la mère du Faucon), *Fontaine du commandant.*

1. Sable rougeâtre un peu argileux, avec cailloux roulés, quartz et fragments de *Cardium edule*	m 1,00	—	m 1,00
2. Sable blanc très dur, avec cailloux roulés et gypse	0,50	—	1,50
3. Sable blanc très dur, avec *Cardium edule*	5,40	—	6,60

Niveau de l'eau à 6 mètres.

4. Sable bleuâtre et jaunâtre, avec coquilles marines	0,40	—	7,00
5. Sable brun un peu argileux, avec gypse	2,68	—	9,68
6. Sable rouge un peu argileux, avec gypse	10,32	—	20,00
7. Sable gris, rouge et fluide	0,80	—	20,80
8. Sable rouge argileux, avec gypse	2,60	—	23,40
9. Sable rouge très dur, avec petits noyaux de calcaire	1,70	—	25,10
10. Sable rouge fluide	9,90	—	35,00

1re nappe ascendante à 4m,60, à 31 mètres.

11. Sable rouge, avec gypse argileux	3,00	—	38,00
12. Argile rouge très sableuse, avec gypse	1,00	—	39,00
13. Sable gris argileux, avec gypse	0,70	—	39,70
14. Sables gris fluides	3,70	—	43,40

2e nappe ascendante à 0m,90, à 43m,40.

15. Argile jaune, verdâtre et sableuse, avec gypse	2,00	—	45,40
16. Argile rouge sableuse, avec gypse	3,40	—	48,80
17. Sable rouge très dur, avec gypse et noyaux calcaires	1,80	—	50,60
18. Sable rouge fluide	3,80	—	54,40

1re nappe jaillissante, 20 litres à la minute.

19. Sable gris et rouge très dur, avec gypse et noyaux calcaires	4,45	—	57,85
20. Argile jaune très sableuse, avec gypse	5,20	—	64,80
21. Sable rouge très dur, avec noyaux calcaires	2,60	—	67,40

2e *nappe jaillissante*, 9 *litres à la minute.*

		m		m
22.	Sable blanc et rouge.	3,45	—	70,85
23	Sable rouge.	6,15	—	77,00
24.	Sable rouge très ferrugineux..	0,60	—	77,60
25.	Sable gris quartzeux..	2,40	—	80,00

3e *nappe jaillissante*, 150 *litres à la minute.*

26.	Sable gris et rouge très argileux, se prolongeant; c'est dans ces sables à 98m,50 que s'est rencontré le Planorbe corné	27,70	—	107,70

Le sondage d'Oum-el-Thiour, le cinquième exécuté, a été placé au pied du Coudiat-el-Dohor ou portes des Zibans, longues falaises rompues en certains points, qui prennent le nom de portes parce qu'elles servent de passage aux caravanes qui circulent entre les Zibans et l'oued R'ir.

Jamais on n'a signalé de sources jaillissantes en ce point éloigné des puits. Il appartient à la branche hypothétique que nous avions tracée de M'raier à Biskra. Bien qu'à une altitude assez basse, ce sondage n'a pas donné une quantité d'eau comparable à celle fournie par les puits de Sidi-Rached et de Tamerna avec lesquels il eût pu lutter. La cause, ainsi que nous l'avions prévu, doit dépendre d'abord de ce que sur cette ligne les poudingues et les sables perméables de la nappe n'atteignent qu'une hauteur beaucoup plus faible que sur les autres points de la lisière du Sahara, et ensuite parce que l'oued Djedi, en coupant la ligne de M'raier à Doucen, entame quelquefois les poudingues et cailloux roulés. On peut aussi redouter le voisinage de sources naturelles surgissant sur quelques points de l'énorme dépression fort peu connue, occupée par les choots.

Ce puits a une immense importance au point de vue des communications entre les Zibans et l'oued R'ir, ce passage privé d'eau étant très pénible aux caravanes; puis il commence réellement une série nouvelle de travaux. Jusqu'alors la sonde n'avait été occupée qu'à rendre la vie à des oasis mourantes; aujourd'hui il s'agit de la créer où il n'y a rien, de rendre habitables d'affreux déserts et à y fixer une population nomade, quelquefois inquiétante pour notre domination.

Il est peu probable que les Arabes n'aient point tenté d'établir des puits sur cette ligne; mais, ainsi que nous l'avions supposé, les premières nappes ascendantes ont dû apporter un obstacle invincible à leurs travaux, car, ainsi qu'on le voit par la coupe, outre le niveau des eaux superficielles établi à 6 mètres, deux nappes ascendantes

se sont rencontrées avant la première nappe jaillissante, qui a dû être négligée à cause de son peu d'abondance, ainsi que la seconde.

Si un puits a réussi sur ce point, l'un des moins favorables, que ne doit-on espérer de ceux qui se pratiqueront dans les directions qui se trouvent à droite et à gauche de cette ligne de M'raier à Biskra?

Sondage de Tamerna. Fontaine de la Paix.

		m		m
1.	Terre végétale argileuse, sable blanc	3,05	—	3,05
2.	Sable rouge argileux	0,30	—	3,35
3.	Sable plus rouge et plus argileux	0,30	—	3.75
4.	Argile et sable rouge, gypse terreux	0,35	—	4,10
5.	Argile rouge très dure	0,20	—	4,30
6.	Argile rouge sableuse	1,75	—	6,05
7.	Marne rouge, avec noyaux de gypse	0,67	—	6,72
8.	Argile rouge très compacte, avec plaquettes de gypse	7,63	—	14,35
9.	Argile jaune	3,97	—	18,32
10.	Sable rouge fluide	1,01	—	19,33
11.	Gypse terreux	4,56	—	23,89
12.	Argile rouge	2,89	—	26,78
13.	Argile rouge sableuse, avec gypse	3,80	—	30,58
14.	Sable rouge fluide	3,86	—	34,44
15.	Grès très dur	0,58	—	35,02
16.	Sable rouge plus ou moins dur	9,08	—	45,00
17.	Argile jaune, avec cailloux roulés	2,35	—	47,35
18.	Grès désagrégé	2,79	—	50,14
19.	Argile rouge ferrugineuse et cailloux roulés	0,69	—	50,85
20.	Grès rougeâtre désagrégé	8,37	—	59,20
21.	Sables très fins contenant la nappe jaillissante.			
22.	Sable blanc très fin	0,80	—	60,00

Source jaillissante donnant, à $0^m,80$ au-dessus du sol, 4500 litres par minute.

Le sondage Tamerna a été entrepris le premier, par suite de l'extinction d'une des plus belles sources créées par l'industrie arabe. Cette extinction était une cause de ruine pour l'une des oasis les plus vastes et les plus riches de l'Ouad-R'ir. La désolation des habitants qui voyaient pour l'année même une ruine certaine nous a forcé, bien que la saison fût fort avancée, de faire les plus grands efforts pour leur venir en aide. En trente-neuf jours de travail, la belle source de Tamerna, baptisée par les marabouts de Fontaine de la Paix, couronna les efforts de la sonde européenne, et assura à cette industrie une grande popularité au désert. Les journaux du temps, en reproduisant le rapport de l'officier chargé d'assister au

fêtes qui eurent lieu à cette occasion, et le rapport du général Desvaux au gouverneur général, ont assez fait connaître l'importance de ce premier résultat pour qu'il soit inutile d'en parler plus longuement. Les palmiers se relèvent, de nouvelles plantations sont faites; en un mot, la vie revient au milieu du dépérissement.

Sondage de Sidi-Rached (ancien puits arabe), Ain-Kiema ou fontaine de la Résurrection.

Deux puits avaient été tentés par les Arabes pour remédier à 'extinction plus ou moins rapide de celui qui depuis cinquante ans alimente l'oasis. Ces deux tentatives étaient restées infructueuses, les moyens usités dans le pays étant insuffisants pour surmonter les difficultés que présentait un sol imprégné d'eaux parasites qu'il fallait épuiser et une roche gypseuse un peu dure qu'il fallait traverser pour arriver à la nappe jaillissante.

C'est dans l'un de ces deux puits que le sondage a été pratiqué. Une colonne guide a été descendue jusqu'à la profondeur de 45 mètres, puis on a traversé :

	m		m
Profondeur du puits.	45,00	—	00,00
Gypse rouge terreux et assez dur.	2,00	—	47,00
Cailloux roulés très durs (poudingues). .	7,00	—	54,00

Source jaillissante au sol, et donnant au début 4300 litres d'eau par minute, mais ayant augmenté quelques jours après l'achèvement du travail et donnant aujourd'hui 4500 litres.

En raison des bienfaits qui doivent résulter pour l'oasis de Sidi-Rached d'une masse d'eau aussi considérable, ramenant effectivement la végétation là où elle était morte ou dépérissait, les marabouts ont baptisé ce puits du nom de fontaine de la Résurrection.

C'est sur ce point qu'en 1854 le général Desvaux, promoteur si actif de tout ce qui peut développer la prospérité dans la subdivision qu'il administre, prit la résolution d'appeler la sonde au secours des habitants du désert.

Nous ne pouvons mieux faire que de reproduire ici la partie de son rapport au gouverneur de l'Algérie, lors du jaillissement du sondage de Tamerna :

« La lecture des ouvrages de MM. Fournel, Berbrugger et surtout » l'excellent mémoire de M. Dubocq auraient depuis longtemps attiré » mon attention, lors même que par intérêt je n'aurais pas songé à » ce que la sonde pouvait produire dans le sud.

» Mais c'est à Sidi-Rached, en 1854, que ma résolution a été

» arrêtée. Le hasard m'avait conduit au sommet d'un mamelon de » sable qui domine l'oasis entière. Vous dire les impressions que » me causa la vue de cette oasis est impossible : à ma droite, les pal- » miers verdoyants, les jardins cultivés, la vie, en un mot ; à ma » gauche, la stérilité, la désolation, la mort. Je fis appeler le scheick » et les habitants, et l'on m'apprit que ces différences tenaient à ce » que les puits du nord étaient comblés par le sable, et que les eaux » parasites empêchaient de creuser de nouveaux puits. Encore quel- » ques jours, et cette population devait se séparer, abandonner ses » foyers, le cimetière où repose ses pères ! Je compris à ce moment » les féconds résultats que pourraient donner à cette contrée les » travaux artésiens, et grâce à vous qui avez bien voulu accueillir » mes propositions, leur donner un appui, la vie sera rendue à plu- » sieurs oasis de l'Oued-R'ir, et l'avenir renferme les espérances les » plus magnifiques. »

L'année suivante, lors de notre passage, la situation était encore empirée, et l'on avait le regret, par suite de l'avancement de la saison, de ne pouvoir y porter remède tout de suite, cette partie du Sahara devenant inhabitable pour des Européens vers le 15 mai. L'oasis de Tamerna, plus considérable et peut-être plus malheureuse, réclamait les premiers efforts.

Sondage de la mosquée de Tamelath, près Témacin, Aïn Baraka ou de la Bénédiction.

		m		m
1.	Sable blanc, terre végétale	0,80	—	0,80
2.	Argile noire, avec cristaux de gypse	0,50	—	1,30
3.	Argile jaune, avec gypse	1,58	—	2,88
4.	Argile jaune	1,80	—	4,68
5.	Sable jaunâtre	1,00	—	5,68
6.	Argile jaune rougeâtre	11,00	—	16,68
7.	Sable jaune rougeâtre	10,06	—	26,74
8.	Argile jaune et rouge plastique	14,35	—	41,09
9.	Sable rouge argileux	0,74	—	41,83
10.	Sable blanc et bleu, avec rognons calcaires	0,45	—	42,28
11.	Grès blanchâtre désagrégé et sables blancs et jaunes quartzeux, avec cailloux roulés	15,04	—	57,32
12.	Argile rouge ferrugineuse	10,58	—	67,90
13.	Argile jaune	1,60	—	69,50
14.	Sables rouges très durs, avec veines d'argile rouge très compacte	4,50	—	74,00
15.	Sables gris rouges et quartzeux	5,40	—	79,40
16.	Sables rouges très durs, avec cailloux roulés calcaires	2,80	—	82,20

Source jaillissante dans un fossé d'irrigation creusé à 1 mètre en contre-bas du sol, donnant 35 à 40 litres d'eau par minute à une température de 21°.

Dans notre notice sur le Sahara oriental, nous avons fixé la ligne maximum du jaillissement des eaux sur la surface du sol à 56 mètres environ au-dessous du niveau de la mer. Nous disons cependant que cette ligne pourrait peut-être se surélever, la puissance ascensionnelle des eaux n'ayant jamais été observée.

Le puits de la mosquée de Tamelath, situé à 60 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, nous donne le point maximum probable d'ascension. Entrepris sur ce point élevé, d'après les instances du marabout, ce puits a rencontré la nappe jaillissante à $42^{m},28$; elle s'est élevée seulement au sol, mais sans s'y déverser; il a fallu, pour créer une fontaine donnant 35 à 40 litres d'eau, déblayer le terrain sur une hauteur de 1 mètre environ.

Dans l'espérance de rencontrer une seconde nappe plus abondante, on a continué le forage jusqu'à $82^{m},20$, mais inutilement. Ce fait semble démontrer que la nappe jaillissante, contrairement au dire des Arabes, au lieu de s'écouler du midi vers le nord, aurait plutôt une direction opposée, car malgré cette surélévation du sol, si les eaux couraient du midi au nord, la sonde, en les rencontrant en un point distant de 12 ou 15 kilomètres au midi de Tuggurt, aurait dû obtenir un résultat plus brillant en raison des frottements que la nappe doit subir dans le parcours qui sépare ces deux points, frottements suffisants, nous le croyons, pour équilibrer une hauteur verticale de quelques mètres. Il ne faudrait cependant pas tirer de ce fait une conclusion très arrêtée, car tous les jours, à un même niveau, des puits donnent des résultats différents, qui n'ont d'autres motifs que la disposition des éléments qui renferment la nappe au point même attaqué par la sonde. Nous avons voulu seulement signaler ce fait parce qu'il semble appuyer notre opinion que les eaux qui alimentent les puits de l'Oued-R'ir viennent de la lisière nord-ouest du Sahara, beaucoup plus rapprochée que les limites sud.

Le second sondage de Tamelath, pratiqué à 110 mètres seulement de distance du précédent, a donné un meilleur résultat. Le point est à 2 mètres au-dessous du niveau du puits de la mosquée. La sonde, après avoir traversé une succession de terrains entièrement différente de celle observée dans le premier sondage, a atteint la nappe à 57 mètres à la base d'un sable argileux. L'eau est arrivée lentement, mais en assez grande abondance pour dégager son passage et fournir un volume de 150 litres à la minute.

Sondage de l'oasis de Tamelath, Aïn-el-Habbed ou Fontaine des Amis.

		m		m
1.	Argile jaune très sableuse	0,60	—	0,60
2.	Sable blanc et bleu	1,00	—	1,60
3.	Sable gris	2,28	—	3,88
4.	Argile jaune, avec gypse	1,02	—	4,90
5.	Sable jaune, gris et bleuâtre, avec gypse très dur	7,11	—	12,01
6.	Argile bigarrée jaune et rouge	13,20	—	25,21
7.	Sable gris et rouge un peu argileux	2,00	—	27,21
8.	Argile jaune très dure	5,50	—	32,71
9.	Argile rouge veinée de noir, avec gypse	1,00	—	33,71
10.	Sable rouge argileux très fin et très compacte	5,00	—	38,71
11	Argile plastique blanchâtre avec cristaux de gypse et quelques cailloux roulés calcaires	1,01	—	39,72
12.	Sable blanc très fin, avec cailloux roulés calcaires	0,39	—	40,11
13.	Argile rouge sableuse, avec rognons calcaires blancs	0,60	—	40,71
14.	Argile rose sableuse, avec gypse	0,91	—	41,50
15.	Sable argileux très fin, gris noir	1,30	—	42,80
16.	Sable argileux et jaune très fin, avec cailloux roulés calcaires	1,81	—	44,61
17.	Sable gris et bleu, avec cailloux roulés calcaires	2,49	—	47,10
18.	Sable argileux, avec cailloux roulés	9,90	—	57,00
19.	Sable jaune, gris et bleu, avec cailloux roulés quartzeux et calcaires	1,50	—	58,50

Source jaillissante donnant au sol 150 litres par minute à une température de 21° à 22°.

Ces différences notables dans la succession des terrains sur deux points aussi voisins nous étonne peu. Cette irrégularité se présente dans tous les bassins comblés par des matériaux soumis à un charriage qui s'y disposent, comme nous l'avons dit, selon les influences diverses des courants ou des profondeurs. Il résulte de cet arrangement qu'à l'exception des grandes causes qui ont étendu des matériaux semblables sur d'immenses surfaces, les causes secondaires ont disséminé les leurs d'une manière inconstante, laissant, outre des matières ténues qui se réunissaient sur certains points, des canaux que nous ne pouvons mieux comparer qu'aux mailles quelquefois rompues d'un filet irrégulier. Ces différents canaux, se remplissant de sables plus ou moins grossiers, plus ou moins argileux, forment dans le sol les différents conduits dans lesquels circulent les eaux que nous allons y rechercher.

Sondage de Chegga, Fontaine de la Fertilité.

		m		m
1.	Sable jaune un peu argileux, avec gypse terreux.	0,50	—	0,50
2.	Gypse terreux et sable un peu argileux. . . .	4,10	—	4,60
3.	Argile rouge très sableuse, avec gypse cristallisé.	1,70	—	6,30
	1re nappe ascendante à 6m,40.			
4.	Sable gris, avec plaquettes de gypse	2,15	—	8,45
5.	Argile grise, très sableuse avec gypse en rognons.	6,70	—	15,15
6.	Sable gris fluide.	1,10	—	16,20
	2e nappe ascendante à 15m,80.			
7.	Sable gris très dur, avec gypse.	1,55	—	17,75
8.	Sable rouge argileux très dur, avec gypse. . .	1,40	—	19,15
	3e nappe ascendante à 19m,50.			
9.	Sable gris fluide, avec bancs de sable gris très dur.	2,15	—	21,30
10.	Sable blanc quartzeux fluide.	2,30	—	23,60
	1re nappe jaillissante à 24 mètres, 20 litres par minute.			
11.	Sable rouge et blanc, avec noyaux de calcaire.	2,60	—	26,20
12.	Sable bleu et gris, avec gypse	0,60	—	26,80
	2e nappe jaillissante à 28m,30, 30 litres par minute.			
13.	Sable gris quartzeux, avec quartz roulé et silex rubanné.	1,20	—	28,00
14.	Sable jaunâtre un peu argileux, avec gypse. .	0,90	—	28,90
15.	Argile sableuse, avec gypse	3,90	—	32,80
	3e nappe jaillissante à 32m,80, 20 litres par minute.			
16.	Sable gris fluide.	0,50	—	33,30
17.	Argile rouge sableuse, avec gypse	1,15	—	34,45
18.	Argile rouge, avec bancs de sable gris très fluide.	5,55	—	40,00

Niveau de la mer à 55 mètres environ.

Le sondage de Chegga, au milieu du désert affreux qui sépare les Zibans de l'Oued-R'ir, a été entrepris dans une saison déjà très avancée et a été interrompu au premier résultat suffisant pour créer simplement un lieu d'étape. Plus tard, des travaux seront repris en meilleurs temps sur ce point important. Ce sondage semble appartenir à un tout autre ordre d'origine que les précédents; il n'a pas

atteint la profondeur voulue pour rencontrer les sables aquifères qui composent la grande nappe ; il est sur un point fort élevé et de plus sur cette direction que nous avons signalée comme la moins favorable, la zone perméable ayant ses affleurements fortement déprimés et même sur certains points, nous le craignons, légèrement entamés par le lit de l'Oued-Djedi, mais heureusement dans une partie assez élevée de son cours. Un sondage plus profond jettera quelque lumière sur cette assertion peut-être douteuse, mais le sondage actuel doit ses résultats à des charriages plus récents, présentant ces amincissements qui en font de véritables coins, les sables plus lourds ne les prolongeant qu'à une distance inférieure à celle des argiles qui, plus légères, les enferment. Le sondage de Chegga démontre assez clairement cette règle, puisque plusieurs nappes successives se sont rencontrées sur ce point élevé, tandis que dans des points beaucoup plus bas, à Oum-el-Thiour par exemple, où elles eussent dû donner de bons résultats, elles ne se sont pas montrées. Ce sondage, complétement en dehors de nos prévisions énoncées par les coupes ci-jointes (Pl. XI), ne pouvait atteindre la grande nappe qu'à 80 mètres environ.

Nous avons cru devoir ajouter ce nouveau puits à la série de ceux que nous avons présentés dans la séance du 1er juin, parce qu'il ajoutait à l'ensemble des résultats obtenus sur cette grande ligne qui joint en quelque sorte Biskra au grand désert, et coupait cette énorme distance sans eau entre le Coudiat-el-Dohor et cette ville.

Si l'on jette les yeux sur la grande et belle carte de l'Algérie dressée en 1856 par ordre de M. le maréchal Vaillant, d'après les renseignements et sous la direction de M. le général de division Daumas, on voit que toutes les eaux qui descendent des montagnes qui environnent les hauts plateaux où se trouve El-Aghouat se réunissent vers une rivière unique, l'Oued-Djedi, rivière qui se dirige de l'ouest à l'est, forme le thalweg d'une large vallée principale qui vient aboutir, après avoir reçu ses différents affluents, au choot Melr'ir. Vers le Sahara oriental, de nouveaux cours d'eau, tels que l'Oued-Biskra, l'Oued-Roumel, etc., descendant des monts Aourès vers le sud, viennent également porter le tribut de leurs eaux au même choot, lorsque toutefois ce tribut n'a pas été entièrement absorbé par les couches perméables rencontrées sur les bords du bassin qu'occupe le Sahara, pour suivre cette voie souterraine que la sonde vient explorer.

Une autre rivière, l'Oued-Itell, recueillant les eaux de cette partie haute du désert que l'on désigne comme terres de parcours pendant l'été des Harazlia et des Larba, forme une vallée secondaire presque parallèle à celle de l'Oued-Djedi et comme elle se rendant au Melr'ir.

De l'autre côté de ce plateau, de nombreuses ravines ou cours d'eau, et principalement l'Oued-Nza, se dirigent vers le grand désert, semblent indiquer une dépression dans laquelle se trouve Ouargla, et indiquer une direction aux recherches à faire de ce côté pour obtenir des eaux jaillissantes dans les sables qui absorbent tous ces cours d'eau à la surface. L'industrie arabe, sur certains points, a déjà démontré que ce problème est exécutable; la sonde, pouvant triompher des difficultés insurmontables aux instruments indigènes, agrandira nécessairement les limites où s'arrêtent aujourd'hui les efforts des R'tass (puisatiers et plongeurs arabes).

Des études aussi superficielles que celles qui peuvent être faites dans un temps assez limité et sur des surfaces aussi immenses laissent sans doute un champ très vaste à des hypothèses que le temps et des études plus approfondies viendront sans doute modifier en certains points et détruire dans d'autres. En ce moment, on n'est encore guidé que par des cartes topographiques essentiellement variables entre elles, et sur lesquelles on a quelques difficultés à apprécier les distances, la position des points indiqués, l'importance et la direction des cours d'eaux plus ou moins éphémères la plupart du temps. Les reliefs sont également peu indiqués. Sur la petite carte ci-jointe (Pl. X), nous avons cherché à réunir toutes les données les plus exactes : les observations barométriques de M. Dubocq et celles plus récentes de M. Vuillemot, capitaine d'état-major, qui a suivi la colonne de Batna en 1856-1857. Les observations astronomiques exécutées par cet officier modifient énormément la position géographique de Ouargla ; elles mettent cette ville presque sous le 3e degré de longitude vers l'est, tandis que sur presque toutes les cartes elle se trouve entre le 1er et le 2e degré.

Sur la demande de M. le général Desvaux, M. Jus, l'un de nos directeurs de travaux, chargé des forages du désert, est muni de baromètres. Des observations journalières sur les différents points qu'il aura à parcourir agrandiront le domaine des connaissances que l'on a déjà ; de proche en proche, avec le concours des hommes qui s'intéressent aux résultats si grands à obtenir dans ce pays, on pourra en peu d'années avoir des cartes plus fidèles et plus complètes. L'œuvre est grande, les moyens de la réaliser difficiles, l'étendue, les moyens de transport et l'atmosphère elle-même étant des obstacles plus sérieux et plus défavorables qu'on ne se l'imagine.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet ; les rapports officiels au gouvernement, publiés en tout ou en partie dans les journaux, apprennent mieux que nous ne saurions le faire l'importance des résultats déjà obtenus et ceux que l'on se propose d'obtenir.

M. le capitaine de Bonnemain, joignant à l'entente parfaite des différents idiomes arabes une connaissance complète des mœurs et un courage personnel à toute épreuve, a été désigné par M. le gouverneur général de l'Algérie pour entreprendre le voyage de R'dâmes. Son voyage est le premier jalon d'une route future entre nos possessions actuelles et le pays des Touaregs, route que la sonde sera probablement appelée à rendre moins pénible dans l'avenir.

M. Ch. Sainte-Claire Deville communique l'extrait suivant d'une lettre que M. Guiscardi lui a adressée de Naples :

Note sur les émanations gazeuses des champs Phlégréens; par M. Guiscardi.

J'ai visité, le 12 mai dernier, la Solfatare et Agnano.

A la *Solfatare*, vers sept heures trois quarts du matin, j'ai recueilli le gaz d'un des orifices entourés de soufre, situé sous le hangar où l'on fabrique l'alun. La température du gaz a varié entre 89 et 90 degrés. Deux analyses de ce gaz recueilli au même trou m'ont donné successivement :

Acide sulfhydrique.	4,1	0,0
Acide carbonique.	1,9	1,6
Oxygène.	18,0	19,1
Azote.	76,0	79,3
	100,0	100,0

Sous le hangar, l'air, à une température de 20°,5, n'indiquait que des traces d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique.

Hors du hangar, l'air, à une température de 20 degrés, présentait la composition normale.

A *Agnano*, j'ai commencé par l'analyse du gaz qui sort du lac : à l'ombre, la température de l'air était de 19 degrés. Voici trois analyses du gaz recueilli en deux endroits différents :

	1er *point.*		2e *point.*
	Température, 22°,0.		Tempér., 25°,5.
Acide carbonique.	91,7	91,6	97,6
Oxygène et azote.	8,3	8,4	2,4
	100,0	100,0	100,0

La proportion de l'oxygène à l'azote, dans le résidu laissé par la potasse, était sensiblement de 20 à 80. Le premier point où le gaz a

été recueilli était plus éloigné de la grotte du Chien que le dernier point. En ce dernier, le gaz se dégageait avec plus de force, et la température était aussi plus élevée (1). La quantité d'acide carbonique semble donc en relation avec la température.

Les gaz de la *grotte du Chien* et de la *grotte d'ammoniaque* ont donné sensiblement les mêmes résultats que ceux de la troisième analyse.

Stufe di Agnano. J'ai examiné les produits gazeux de nos orifices n° 1, n° 2, n° 3 (2). Voici le résultat de mes analyses :

Orifice n° 1.

	Tempér. 61°.	Tempér. 61° à 62°.	Tempér. 69° à 70°.	Tempér. 69° à 70°.
Acide carbonique. . .	3,1	5,3	0,0	1,7
Oxygène	19,4	18,3	100,0	98,3
Azote.	77,5	76,4		
	100,0	100,0	100,0	100,0

Orifice n° 2.

	Tempér. 78° à 80°, et rapidement, par sauts, 90°.	Tempér. 85°,5 à 86°,5.	Tempér. 78° à 80°.
Acide carbonique. . .	12,6	14,7	11,5
Oxygène.	17,5	16,3	17,1
Azote	69,9	69,0	71,4
	100,0	100,0	100,0

Orifice n° 3.

	Tempér. 55° à 56°.	Tempér. 67°,5.
Acide carbonique . . .	1,6	1,3
Oxygène.	19,3	19,0
Azote	79,1	79,7
	100,0	100,0

(1) Je rappellerai que j'ai trouvé respectivement, en juin 1856, une température de 29 degrés et de 31 degrés aux émanations de la *grotte du Chien* et de la grotte d'ammoniaque. Cette dernière est la plus voisine des *stufe*. Il faut donc ajouter à l'intéressante remarque de M. Guiscardi, que la température décroît aussi à mesure qu'on s'éloigne des émanations sulfhydro-carboniques des *stufe*, où elle n'est jamais moindre que 56 degrés et où elle atteint 90 degrés. (Note de Ch. S.-C. Deville.)

(2) Voyez ma 10e *lettre à M. Élie de Beaumont*, *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 749. (Ch. S.-C.-D.)

Je ne veux point terminer cette lettre sans vous faire part de l'observation suivante :

Dans le *Porto Miseno*, au nord, non loin de l'endroit désigné sur la carte du Bureau topographique napolitain sous le nom de *Case Vecchie*, et situé précisément sous les dernières lettres du mot *Zampino*, est une grotte dite *Grotta del Solfo*, et qui n'est pas indiquée sur la carte. Elle est entièrement creusée dans un tuf verdâtre, et sur ses deux parois se forment l'alotrichite, l'alunogène, l'alun, mais non le *soufre* (voy. Scacchi, *Mem. geol. sulla Campania*).

J'ai visité cette grotte le 2 mars dernier. L'odeur d'hydrogène sulfuré est très sensible. A l'entrée de la grotte, sont des fragments détachés de tuf, baignés par la mer qui bouillonne à l'entour. Les pierres sont blanchies par le soufre qui s'y dépose. Dans l'intérieur, on voit le gaz se dégager de petits orifices situés sur le sol de la grotte.

J'ai analysé seulement le gaz qui se dégage à l'entrée, *sans augmenter la température de l'eau de mer qui l'entoure* (1). Voici les résultats de trois analyses :

Acide sulfhydrique. .	88,8	85,7	86,8
Acide carbonique. . .	9,0	9,6	13,2
Oxygène et azote. . .	2,2	4,7	
	100,0	100,0	100,0

M. Élie de Beaumont communique les extraits suivants de deux lettres qui lui ont été adressées de l'île de Sardaigne par M. George Bornemann.

Première lettre adressée à M. Élie de Beaumont.

En me rappelant le grand et bienveillant intérêt avec lequel vous avez accueilli les nombreuses et intéressantes communications de mon ami M. Ch. S.-C. Deville, sur les émanations volcaniques de l'Italie inférieure, où j'avais le bonheur de voyager et d'observer avec ce savant chimiste et géologue, j'ose vous adresser quelques communications sur des phénomènes analogues que je viens d'observer dans la partie sud-ouest de l'île de Sardaigne. Ces

(1) Cette observation de M. Guiscardi présente un intérêt particulier ; car ce point serait le seul point volcanique, à ma connaissance, où l'acide sulfhydrique se dégagerait avec une certaine abondance à une basse température. (Note de M. Ch. S.-C. Deville.)

observations pourraient avoir quelque intérêt sous le même rapport, et former une suite desdites observations dans le royaume des Deux-Siciles.

Comme vous savez, j'ai pris la résolution de faire un voyage dans la Sardaigne et des études géologiques dans cette île, qui a été jusqu'à nos jours la partie la moins connue de l'Italie. Seulement l'excellent ouvrage de M. Albert della Marmora sur la géologie de la Sardaigne, achevé depuis peu de jours, commence à présent à répandre quelque lumière sur les terrains et les gisements aussi variés que compliqués de ce pays.

Sur les émanations gazeuses et aqueuses qui se trouvent dans l'île de Sardaigne et qui forment les derniers restes actifs des phénomènes volcaniques, il n'y a que peu de notices éparses dans différents ouvrages, notices très incomplètes et insuffisantes sur les conditions chimiques et physiques de ces phénomènes. C'est à cause de cela que j'ai cru pouvoir remplir quelques lacunes dans cette statistique, en visitant les différents endroits de la Sardaigne où il existe des sources thermales et minérales avec ou sans émanations gazeuses, et en faisant des expériences sur la nature des gaz et des eaux.

Les appareils dont je me sers pour mes expériences chimiques sont en général les mêmes que ceux dont nous nous sommes servis, M. Deville et moi, en Italie, pour faire les analyses des gaz sur les points mêmes de leur sortie. Seulement j'ai songé, en raison des mauvaises routes de la Sardaigne et des moyens insuffisants de transport, à les rendre encore plus portatifs. Je porte tout l'appareil dans le manteau derrière la selle de mon cheval, et je puis aller dans la plus forte carrière ou passer les chemins les plus pénibles, sans courir le danger de briser une partie de mes appareils.

Voici la liste complète de ces appareils :

1° Deux boîtes de fer-blanc fort, de 28 et 18 centimètres de hauteur et 8 centimètres de largeur, dont l'une forme le couvercle de l'autre. Ces boîtes remplacent les éprouvettes de verre. Dans la grande boîte, je garde tous les appareils, savoir :

2° Deux excellents thermomètres centigrades de Fastré.

3° Deux tubes gradués : l'un de 25 centimètres de longueur, et contenant un volume de 28 centimètres cubes servant pour les analyses de gaz ; l'autre tube n'a que 15 centimètres de longueur et est plus étroit ; il ne contient que le volume de 5 à 6 centimètres cubes ; il sert à l'analyse plus exacte de petits résidus de gaz pour l'analyse desquels le grand tube quelquefois ne fournit pas assez d'exactitude. (Lorsque, par exemple, un gaz contient une très grande quantité d'acide carbonique et très peu d'oxygène, on fait d'abord absorber

l'acide carbonique dans le grand tube par le moyen de la potasse, et l'on amène ensuite le reste dans le petit tube.) Les deux tubes gradués sont garnis chacun à son bord d'un morceau de tube de caoutchouc, pour être sûr qu'ils ne se cassent pas en tombant sur le fond des boîtes ou éprouvettes.

4° Des petits tubes de verre pour introduire les réactifs dans les tubes gradués.

5° Un petit entonnoir de verre, pourvu à sa pointe d'un tube élastique et fermé par le moyen d'un robinet à pression. Sur l'extrémité du tube de caoutchouc, on peut mettre un petit tube de verre à pointe fine, destiné à l'essai de combustion des gaz. L'entonnoir sert pour recueillir le gaz dans les sources, pour le conduire dans le grand tube, pour transporter des résidus de gaz du grand tube dans le petit, et enfin dans les essais de combustion.

6° Des tubes de caoutchouc.

7° Deux robinets à pression.

8° Des réactifs : potasse, acide pyrogallique, etc.

9° Des papiers réactifs.

10° Une petite pince.

11° Un fragment de bougie et des allumettes.

Quoique la Sardaigne présente un grand nombre de volcans d'une époque assez récente, on ne connaît point d'endroits où il y ait des fumerolles ou des émanations volcaniques proprement dites. Toutes les émanations gazeuses que l'on y connaît sortent des eaux minérales et thermales dont la Sardaigne contient un assez grand nombre. Ces sources se trouvent presque toujours dans le voisinage immédiat, ou au moins à petite distance des terrains volcaniques. Les sources minérales et thermales connues en Sardaigne sont les suivantes : Sardara, Aquacotta di Villacidro, Is-Zinnigas, S. Antioco, Fordungianus, Sosbagnos, Benetutti, Codrungianus, S. Martino, Castel-Doria, Dorgali.

J'ai visité jusqu'à présent les trois premières et j'ai pris les échantillons des eaux qui seront envoyés à Paris pour servir à l'analyse exacte dans le laboratoire de M. Ch. Deville. J'espère pouvoir visiter ensuite aussi les sources minérales de la Sardaigne, pour y prendre les échantillons d'eau et pour faire mes essais.

Je viens aux observations que j'ai faites sur les trois premières sources.

1° La source de *Is-Zinnigas*, sur laquelle je ne trouve aucune notice dans la bibliographie géologique, est située à une heure au sud-ouest de Siliqua (prov. d'Iglesias), dans un beau jardin d'orangers, auquel elle fournit les eaux. Elle sort de la pente d'une mon-

tagne dont la masse est formée par le terrain de transition, non loin des trachytes et des conglomérats volcaniques qui forment le sol et les environs de Siliqua. La température de l'eau de la source était, le 17 mars, à quatre heures après-midi, de 28°; la température de l'air était de 18°. Dans la source, on ne voit pas de dégagement de gaz. L'eau est potable et n'agit pas sensiblement sur les papiers réactifs. Au fond, il y a un peu d'un sédiment de couleur jaunâtre.

2° L'*Aquacotta di Villacidro*, au sud-est de ce village, est située dans la plaine du Campidano, au pied d'une colline granitique et sur la limite d'une masse de trachyte (voir la carte géologique de A. de la Marmora). Cette source, qui donne, selon la remarque de Baldracco (*Miniere di Sardegna*, 1854), 15 litres d'eau par minute, forme un petit bassin de quelques pieds de diamètre, entouré d'herbages et rempli vers les bords par des plantes du genre *Oscillatoria*. Un canal conduit l'eau de la source dans une cabane où elle est employée à préparer le drap et à d'autres usages.

La température observée dans le bassin, le 6 avril vers midi, m'a donné 50° centigrades, la température de l'air étant 16°,8. Cette observation, répétée à plusieurs reprises, montre une grande différence avec la température de 32° Réaumur signalée par de la Marmora dans le premier volume de son voyage.

Il y a, dans le bassin de la source, un dégagement assez vif de bulles de gaz. J'en ai fait deux analyses. Voici les résultats très conformes l'un à l'autre :

		Moyenne.
Acide carbonique, I . . .	30,4 p. c.	31,1 p. c.
— II. . .	31,9 »	
Oxygène, I.	1,7 p. c.	1,5 p. c.
— II	1,3 »	
Azote, I.	67,9 p. c.	67,4 p. c.
— II.	66,8 »	

Une analyse de l'air faite en même temps donna 21,2 p. c. d'oxygène.

Pour voir avec plus d'exactitude si le gaz contenait quelque partie combustible, j'ai rapporté une bouteille remplie de gaz à Villacidro, et j'ai fait l'expérience dans la nuit avec beaucoup de soin. Une chandelle allumée, introduite dans le gaz, s'est éteinte sur-le-champ.

Une analyse qualitative, indiquée dans l'ouvrage de la Marmora, signale les substances suivantes : Sulfates de chaux, de soude et de magnésie, chlorures de calcium et de sodium, et enfin de l'iode.

J'ai fait quelques essais qualitatifs avec les papiers réactifs de

l'acétate de plomb et de l'amidon, mais ni l'un ni l'autre, quoiqu'ils aient flotté pendant longtemps dans la source, n'ont montré aucune trace de coloration. J'en conclus que l'eau ne contient ni hydrogène sulfuré ni iode libre.

Un résultat qualitatif exact reste à attendre de l'analyse de l'échantillon que je vais envoyer à M. Deville.

3° Les thermes de *Santa-Maria-is-Aquas*, qui sont, selon quelques auteurs sardes, l'antique *Aquæ Lesitanæ* de Ptolémée, sont situées une demi-heure au sud-ouest de *Sardara*, dans une petite vallée, à la limite entre le terrain de transition et le terrain basaltique. On trouve aussi à la source même de grands blocs d'une lave poreuse.

Les trois sources principales de Sardara se trouvent réunies dans la grande chambre de la therme antique qui est assez bien conservée et consiste en quatre compartiments.

Ces sources, qui donnent, selon Baldracco, environ 12 litres d'eau par minute, avaient, d'après la Marmora, la température de 48° Réaumur. Baldracco donne pour la température des trois sources, 52°, 54° et 58° c. Le 7 avril, à quatre heures du soir, j'ai trouvé dans le bassin *c*, qui était le plus chaud, la température de 61°,6, et dans le bassin *a*, de 57°,5.

La température de l'air était dans la chambre des thermes de 21° c. et hors de la maison, 17° c.

Dans le bassin *a*, j'ai trouvé un dégagement assez considérable, mais intermittent, de bulles de gaz dont l'analyse m'a donné la composition suivante :

Acide carbonique.	84,9
Oxygène.	0,8
Azote.	14,3
	100,0

Dans l'analyse qualitative donnée par la Marmora dans son premier volume, on trouve aussi signalé l'hydrogène sulfuré, mais je n'en ai trouvé aucune trace, et le papier d'acétate de plomb, qui a flotté longtemps à la surface et qui a été plongé dans le fond du bassin, ne s'est nullement noirci ; le papier d'amidon ne s'est pas non plus coloré ; mais le papier de tournesol rouge est devenu bleu en montrant une forte réaction alcaline.

Les substances solides contenues dans l'eau de Sardara sont, selon l'analyse qualitative citée par la Marmora : le carbonate de soude, les sulfates de soude et de magnésie, le chlorure de sodium.

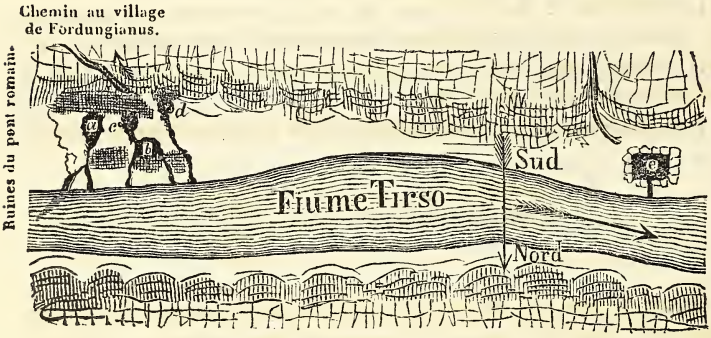
Dans le fond du bassin, on voit une très petite quantité d'un sédiment ferrugineux, sur une terre noirâtre qui donne une effervescence avec l'acide hydrochlorique.

Hors des thermes, à une distance de 40 mètres, il y a, près de l'église de Santa-Maria, deux autres petites sources thermales d'une température moindre et encore une autre à la différence d'un quart d'heure à l'est des premières.

Seconde lettre adressée à M. Élie de Beaumont.

J'ai à présent à vous rapporter les observations que j'ai faites, le 18 mai, aux sources de Fordungianus, village situé sur la rive gauche du Tirsus, à cinq heures de distance (allant à cheval) de la ville d'Oristano.

Tout près du village, on voit dans le fond de la vallée, et sur la rive gauche du fleuve, des ruines d'un pont romain, et c'est entre les différentes parties de ces débris que l'on voit naître un nombre de sources d'eau chaude, et principalement dans quatre petits bassins ou creux situés en petite distance de quelques mètres entre eux.



Situation des thermes de Fordungianus.

La plus grande de ces sources (*a* de l'esquisse), qui fournit, selon Baldracco (*Sulla costituzione metallifera della Sardegna*, p. 320), environ 150 litres d'eau par minute, m'a donné, conformément aux observations du même auteur, une température (1) de 54°,2 c.

(1) La température de 55 degrés Réaumur, indiquée dans l'ouvrage de M. La Marmora (*Voyage en Sardaigne*, vol. I), paraît être une observation douteuse, ainsi que l'analyse chimique que l'on trouve dans le même livre.

La température de l'air était, durant mes observations, à deux heures après-midi, de 24°, et celle de l'eau de la rivière était de 22°. Un petit cours d'eau artificiel et souterrain, tout près des thermes, donna la température de 18°,5.

Dans cette source thermale (*a*), on ne voit point de développement de gaz, mais c'est seulement parce qu'on ne la peut pas observer dans le point même de sa naissance qui est caché dans un petit canal.

Une autre source (*b*), presque aussi forte que la première, montra à peu près la même température, c'est-à-dire celle de 54°,0 et de même les sources plus faibles *c* et *d*. Dans l'endroit *b*, on voit un dégagement assez vif de bulles de gaz, interrompu de temps en temps. L'analyse, faite à plusieurs reprises, démontra que ce gaz n'est que de l'*azote*, avec des traces négligeables d'acide carbonique et d'oxygène.

Outre ces sources réunies dans les débris du pont romain, il y a sur le même côté de la rivière et à la distance d'environ 300 mètres vers l'ouest, un bassin antique carré (*e*), fait en grosses pierres, qui contient plusieurs autres sources produisant ensemble 30 à 40 litres d'eau par minute. La température se trouva, conformément à l'observation de M. Baldracco, de 44°,0. Dans plusieurs points de ce bassin, on voit un dégagement intermittent, mais quelquefois très fort, de gaz, qui, selon mes analyses, est de l'*azote pur*, sans la moindre trace d'un autre gaz.

Une analyse de l'air atmosphérique, faite en même temps, donna :

Oxygène.	21,2
Azote.	78,8
	100,0

L'eau de tous ces thermes n'exerça aucune action sur les papiers chimiques réactifs, savoir : le tournesol bleu et rouge, le papier d'acétate de plomb et d'amidon ; elle est au contraire très pure, et, quand elle a été refroidie, très potable et sans le moindre goût.

Dans les petits canaux des sources, on trouve quelque petite végétation d'algues oscillaires, mais on ne voit, ni dans les bassins, ni dans les canaux, de sédiments produits par l'eau. Il n'y a qu'un peu de sable fin se mouvant sous l'action mécanique des gaz naissants.

Les analyses chimiques contenues dans l'ouvrage de Baldracco (p. 321) donnent, pour les eaux des thermes *a* et *e*, les compositions suivantes :

Silice	0,0030	0,0064
Sulfate de chaux. . .	0,0042	0,0050
Chlorure de sodium. .	0,0540	0,0440
Eau.	99,9388	99,9446
	100,0000	100,0000

Le terrain dans lequel se trouvent ces thermes est le terrain volcanique et composé principalement de trachytes de différentes époques, de laves basaltiques, de brèches et tufs basaltiques.

Pour les dégagements d'azote, on est naturellement conduit à penser que c'est un résidu d'air atmosphérique, dont l'oxygène aurait été employé pour une oxydation quelconque dans les roches éruptives et encore chaudes que l'on doit supposer à une faible profondeur.

M. Ch. S.-C. Deville lit l'extrait suivant d'une lettre qui lui a été adressée aussi par M. G. Bornemann :

Avant de vous entretenir de mes voyages actuels dans l'île de Sardaigne, où je suis guidé par l'excellente carte géologique de M. della Marmora, je vous dirai quelques mots d'un district minier situé sur le continent, près de *Sestri Levante*, à l'est de Gênes, tout près de la mer. C'est par cet endroit que l'on a commencé des mines de cuivre qui méritent beaucoup d'attention et donnent l'espérance de pouvoir devenir un champ très important pour l'exploitation de ce métal, comme l'est le célèbre Monte-Catini, en Toscane, avec lequel, selon les renseignements que j'ai, le terrain de Sestri Levante présente une très grande analogie.

Le terrain de la côte de Gênes jusqu'à Sestri est formé par des schistes et calcaires caractérisés par des Fucoïdes, Chondrites et Némertites, qui appartiennent au terrain crétacé; de là, on entre dans une des grandes masses éruptives formées par la serpentine et le gabbro, qui ont traversé et métamorphosé en partie les formations sédimentaires. Dans ce massif de roches éruptives, il y a une espèce de filons métallifères, dont l'un peut être poursuivi sur une très longue étendue et conserve sa direction assez régulièrement. Ce filon se montre, pour la plupart du temps, au milieu des serpentines et gabbros; dans d'autres endroits, il paraît passer entre les masses éruptives et le calcaire rouge métamorphosé, que l'on appelle dans cette contrée d'un nom très inexact, *Gabbro rosso*. Le filon métallifère, qui est d'une puissance très-variable, mais souvent très importante, se compose ordinairement de substances talqueuses et chlori-

tiques, quelquefois aussi de masses quartzeuses. Les pyrites de cuivre se trouvent très irrégulièrement disséminées par ce filon, formant des amas, des veines et des nids d'une étendue plus ou moins considérable.

Dans les affleurements du filon, on trouve aussi quelque carbonate de cuivre et, vers sa limite, du cuivre natif en petites lames. Quant à la facilité de l'exploitation du minerai, le district offre de grands avantages; il se trouve sur le bord de la mer, dans un pays très peuplé et civilisé, où il y a partout de bonnes routes. Les montagnes sont élevées, solides et sèches.

De Gênes, je me suis rendu dans la Sardaigne, cette île aussi riche de nature, mais encore beaucoup plus abandonnée que la Sicile que nous avons parcourue ensemble. Arrivé à Portotorres, le 6 mars, je me suis dirigé sur Cagliari pour voir d'abord les provinces méridionales et aller ensuite vers le nord.

Du 17 mars jusqu'au 8 avril, j'ai visité la province d'Iglésias, pour voir les riches districts de mines de Monte-Poni, de Fiumini-Maggiore, de Gennamare et de Monte-Vecchio. Il y a partout une grande richesse de bon minerai (de plomb argentifère), mais les hommes capables pour conduire les travaux d'exploitation manquent presque entièrement. C'est à cause de cela que, des nombreuses entreprises de mines qui ont été commencées, deux seulement ont réussi.

Une des choses les plus imposantes que l'on puisse voir sont les grands filons quartzeux et métallifères qui traversent le terrain silurien et qui montrent des relations incontestables avec l'éruption des granites. Le plus grand et le plus riche de ces filons est le filon colossal dit de *Monte-Vecchio*, qui commence près du village d'Arbus et traverse les concessions de Monte-Vecchio, de Casargui, Ingurtosu, Gennamare, et s'étend avec ses ramifications jusqu'à la mer à Capo-Pecora. Partout sur ce filon, on rencontre de vastes travaux antiques, faits sur un système très imparfait, et accompagnés de grandes décharges, encore si riches en galène et en carbonate de plomb qu'elles peuvent servir elles-mêmes de mines.

Une excursion très instructive pour les relations entre les roches éruptives et les terrains tertiaires est celle de Monte-Vecchio, vers le bord de la mer; il y a, dans un endroit dit Fontanaccia, des filons basaltiques qui traversent les couches pliocènes sur la plage même. On voit très peu d'altération dans les calcaires et dans les marnes au contact de la roche ignée. Ils se sont seulement un peu colorés en rougeâtre jusqu'à la distance de quelques décimètres; on trouve des pétrifications, de grands *Pecten* parfaitement conservés au contact

même du filon basaltique, qui, à son tour, n'a pris à sa limite que quelques petites veines de chaux carbonatée.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

De l'endomorphisme du spilite d'Aspres-les-Corps (*Isère*), par M. J. Fournet, professeur à la Faculté des sciences de Lyon.

Dans les Alpes dauphinoises, il est souvent question d'une roche à laquelle on donne le nom de *spilite* et quelquefois de *variolite du Drac*, à cause de ses taches circulaires. J'ai dû chercher à en préciser la formation, et dans ce but j'ai visité en 1849 le centre d'éruption spilitique d'Aspres-les-Corps. Cet endroit est établi au fond d'un évasement demi-circulaire, en partie composé de roches primordiales avec des grès anthracifères, et surtout de calcaires jurassiques fortement redressés et traversés sur divers points par de grandes et puissantes masses de la roche en question qui s'élève parfois fort haut dans les escarpements.

Les calcaires n'ont pas toujours été sensiblement affectés par le contact de la roche éruptive. Cependant, sur la masse principale que j'ai examinée, ils ont perdu la teinte noire qui a tourné au gris; ils sont devenus plus sonnants, plus cornés, très fendillés, au point qu'il est fort difficile d'en obtenir des échantillons. On serait tenté de dire qu'ils ont acquis un caractère cristallin plus sensible; mais à cet égard la texture variable des calcaires intacts empêche d'être affirmatif.

Le spilite et le calcaire ne sont pas toujours soudés ensemble, et, là où la soudure a lieu, le fendillement du calcaire est tel que l'on ne peut pas obtenir d'échantillons un peu grands offrant la réunion des deux parties.

La couleur générale de la roche spilitique est le vert sale, assez clair. Cependant à l'extérieur la rubéfaction et la rouille s'attachant à ces masses leur donnent une apparence foncée presque basaltique.

La roche est généralement peu dure.

Elle présente souvent dans son intérieur des joints de séparation très irréguliers, polis, striés, et dont la surface affecte une onctuosité presque serpentineuse. Il semble que ces effets soient les résultats d'une compression effectuée sur la matière douée d'une fluidité très imparfaite. Quelquefois les superficies de ces joints sont tapissées de petits cristaux de quartz hyalin prismatique, qui s'y sont probablement accumulés en vertu d'une sorte de liquation.

Laissons maintenant de côté ces caractères physiques généraux pour examiner les particularités de la composition mécanique. Cette étude a dû être faite en cheminant transversalement aux filons, et encore en suivant la ligne de leur contact avec la roche encaissante, et pour cela il faut escalader çà et là quelques abruptes de l'amphithéâtre calcaire.

Voici le résultat de mes observations :

La zone de contact est très hétérogène; elle présente cette indécision qui est le symptôme ordinaire d'une action endomorphique. D'ailleurs, ces effets sont déterminés par la présence d'une multitude de fragments divers plus ou moins dénaturés. Je signalerai entre autres l'existence des parties suivantes dans ce détritus.

a. Menus fragments, assez abondants, d'une sorte de jaspe noir, très dur, et qui paraissent être des débris de marnes cuites. Quelques esquilles de schiste argileux ont été converties en jaspes rouges, comme cela arrive au contact des filons serpentineux de la Toscane, à cette différence près qu'ici l'effet est pour ainsi dire microscopique.

b. Débris de calcaire compacte, brun clair. J'en ai trouvé des fragments assez volumineux empâtés dans la partie spilitique, et ils ne paraissaient pas sensiblement modifiés, bien qu'ils fussent accompagnés de jaspes noirs que je regarde comme étant les produits de la cuisson des marnes. Cette conservation de certaines parties de calcaire peut expliquer le *spilite zootique* de M. Brongniart.

c. Le calcaire est parfois devenu plus cristallin et plus blanc. Ces parties sont contournées, attaquées sur les bords, en sorte que l'on peut admettre qu'elles sont également de menus fragments de la roche encaissante, mais dont le ramollissement aurait été poussé suffisamment loin.

d. Globules de calcaire complétement blancs, spathiques, et lames minces de calcaire blanc spathique, tapissant les fissures de retrait de la roche. Celles-ci paraissent être des produits de ségrégation du calcaire dissous dans la roche, et très probablement les globules ne sont que des fragments complétement fondus.

Fragments de quartz blanc, compacte, les uns possédant leurs angles, et les autres étant émoussés, arrondis et entourés d'une écorce verte.

L'action chimique devenant d'ailleurs plus intense, on a de petites lames noires, contournées, imparfaitement cristallines, des taches noires, et des nodules qui paraissent posséder une grande tendance à passer à l'état de terre verte chloriteuse.

Enfin, cette chlorite forme elle-même des taches disséminées çà

et là. Ces diverses concentrations sphéroïdales ont valu à la roche le nom de *variolite du Drac.*

Suivons actuellement une route perpendiculaire à celle des épontes dont les détails viennent d'être expliqués.

En tendant vers le centre des filons, la couleur de la roche devient un peu plus sombre qu'elle ne l'est sur les bords. D'ailleurs, le même affaiblissement des teintes que l'on remarque près des parois se manifeste également dans l'ensemble des grosses branches qui s'écartent dans le calcaire, et qui enveloppent des blocs, de façon que l'influence de la roche encaissante ne saurait être méconnue.

Au centre des masses, la pâte est plus rude et plus cristalline qu'auprès des parois, où la cassure n'est que très finement cristalline.

Dans l'intérieur des gros filons spilitiques, les globules calcaires sont rares et disséminés par groupes; les filaments calcaires des fissures de retrait tendent à disparaître ; les taches noires se dessinent au contraire plus nettement et elles affectent parfois des formes prismatoïdes donnant à l'ensemble un aspect porphyrique.

Cependant on rencontre encore accidentellement des nodules et des lames oblongues ou étirées de silex, de quartz jaspoïde, quelquefois entièrement colorées en beau vert et environnées de la substance verte.

De cet ensemble de faits où l'intervention des matières hétérogènes ainsi que l'influence des parois sont si manifestes, je me crois autorisé à conclure que ces spilites doivent rentrer dans la catégorie des masses endomorphiques. Mais il reste à déterminer la roche qui, en vertu de son action dissolvante sur les parois et sur les détritus, a pu se modifier d'une si étrange manière.

A cet égard je ferai remarquer que les porphyres rouges du Chipal, près de La Croix-aux-Mines, dans les Vosges, sont parfois verdis et devenus spilitiques sur leur ligne de contact avec les calcaires de transition. Des filons de minette qui traversent les calcaires de Schirmeck affectent également une certaine ressemblance avec les spilites. D'un autre côté les serpentines tendent aussi à acquérir la même physionomie; dans l'île d'Elbe, près de Rio-la-Marina, celle qui s'est mariée aux calcaires de Santa-Catarina affecte çà et là un caractère du même genre.

Étant donc placé ainsi entre des roches très diverses, les unes feldspathiques et les autres serpentineuses, je me trouve dans l'impossibilité de décider, d'autant que non loin d'Aspres se trouvent les filons de protogine tertiaires qui ont culbuté les terrains jurassi-

ques et qu'en général les serpentines abondent dans les Alpes. Il faut donc multiplier les recherches, jusqu'à ce que d'heureuses rencontres aient fait trouver des spilites imparfaits et montrant encore la souche dont ils dérivent par suite de l'imbibition endomorphique. Cependant il me sera permis d'ajouter, à titre provisoire, que ces mutations paraissent liées à la présence du calcaire.

M. Bayle fait la communication suivante :

Nouvelles observations sur quelques espèces de Rudistes, par M. E. Bayle ; (Pl. XIII, XIV, XV).

La bienveillance avec laquelle la Société a toujours accueilli les diverses communications que j'ai eu l'honneur de lui faire sur les *Rudistes* m'encourage à l'entretenir de nouveau sur ce sujet.

Dans mes précédentes notices (1), j'ai cherché à appeler l'attention des naturalistes sur plusieurs circonstances particulières que les Rudistes offrent dans leur structure, en faisant connaître la forme des muscles, la place qu'occupent leurs impressions dans la coquille, et en décrivant l'appareil cardinal si singulier des *Hippurites*. J'ai fait voir que l'*arête cardinale*, qu'on observe dans les coquilles de ce dernier genre, se retrouve chez les *Sphérulites*, mais manque dans les *Radiolites*, et que son absence dans le précédent type entraîne une modification constante de l'appareil cardinal. Je me suis cru autorisé à conclure de toutes ces observations que les genres *Sphærulites* et *Radiolites* doivent être conservés avec autant de raison qu'on peut en avoir pour maintenir le genre *Hippurites*. Il ne sera pas inutile de faire remarquer qu'en rétablissant les deux genres *Sphærulites* et *Radiolites*, considérés par MM. Deshayes, Charles Des Moulins, Alc. d'Orbigny et d'autres naturalistes, comme devant être réunis en un seul, je suis conduit à assigner à ces genres des caractères différentiels que le génie de Lamarck avait entrevus (2), mais dont ce grand naturaliste n'avait pu constater la valeur par des observations directes.

---

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XII, p. 772 (1855) ; t. XIII, p. 71, 102 et 139 (1856).

(2) Lamarck, en prenant pour type de son genre *Sphærulites* le *Sphærulites foliaceus*, avait considéré la présence de l'*arête cardinale*, qui est si développée dans cette espèce, comme l'un des caractères essentiels de ce genre, et, lorsqu'il créa son genre *Radiolites* pour y placer la coquille des Corbières dont Picot de Lapeirouse avait fait ses *Ostracites angéiodes*, il émit l'opinion que les *Radiolites* de-

L'objet de cette nouvelle communication est de faire connaître l'organisation d'une espèce prise dans chacun des trois genres *Radiolites*, *Sphærulites* et *Hippurites*, et de donner un nouvel exemple de la valeur des caractères sur lesquels ces trois divisions me paraissent devoir être fondées. Je décrirai donc successivement les *Radiolites Bournoni*, *Sphærulites Hæninghausi* et l'*Hippurites cornu-vaccinum*, en commençant par l'espèce qui offre la structure intérieure la plus simple, c'est-à-dire par le *Radiolites Bournoni*.

Radiolites Bournoni, Des Moulins, sp.;

Pl. XIII, fig. 1, 2, 3.

Syn. (1826). *Sphærulites Bournonii*, Des Moulins. *Essai sur les Sphérulites*, p. 124.

(1826). *Sphærulites calceoloides*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 130, Pl. IX, fig. 1.

(1847). *Radiolites Hæninghausi*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crét.*, t. IV, Pl. 565, 566 (*Exclus*, Pl. 567).

(1850). *Sphærulites calceoloides*, Deshayes. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VIII, p. 127, Pl. I, fig. 1 à 6.

(1850). *Radiolites Bournonii*, d'Orbigny. *Prodr. de Paléont*, t. II, p. 260, n° 994.

(1850). *Radiolites calceoloides*, d'Orbigny *Loc. cit.*, t. II, p. 260, n° 1002.

(1852). *Radiolites calceoloides*, Bronn et Rœmer. *Lethæa geognost.*, t. II, p. 254, Pl. XXXI *bis*, fig. 1.

Le *Radiolites Bournoni* peut acquérir jusqu'à 40 centimètres de longueur, depuis le sommet d'une valve jusqu'à celui de l'autre, sur

---

vaient être dépourvues d'arête cardinale. Ce caractère, si nettement indiqué, séparait essentiellement les *Radiolites* des *Sphérulites*. Or, il arrive que le *Radiolites angeiodes*, dont Lamarck ne connaissait pas l'intérieur, possède en réalité une arête cardinale. Lamarck eut donc rangé cette espèce parmi ses *Sphérulites*, s'il avait pu voir la cavité de l'une des deux valves. Mes observations m'ayant conduit à reconnaître que plusieurs espèces de *Sphérulites* décrites par les naturalistes, auxquels la science est redevable de recherches spéciales sur l'histoire naturelle de ces animaux, depuis l'établissement des deux genres *Sphærulites* et *Radiolites* par Lamarck, ne possèdent pas d'arête cardinale, j'ai dû naturellement reprendre le genre *Radiolites*, et lui assignant pour caractère fondamental celui de ne pas offrir l'arête cardinale, qui ne manque jamais chez les vraies *Sphérulites*, en sorte que ces deux genres se trouvent être définitivement reconstitués avec les caractères différentiels signalés, dès 1819, par Lamarck.

Jacob delin

Imp Lemercier, Paris

Radiolites Bournoni *Des Moul. Sp.*

BRITISH MUSEUM
GOLD
NATURAL HISTORY

F. Willy del et lith.

Imp. Lemercier Paris

1 & 2. Hippurites cornu-vaccinum. Brong.

Fig. 1.

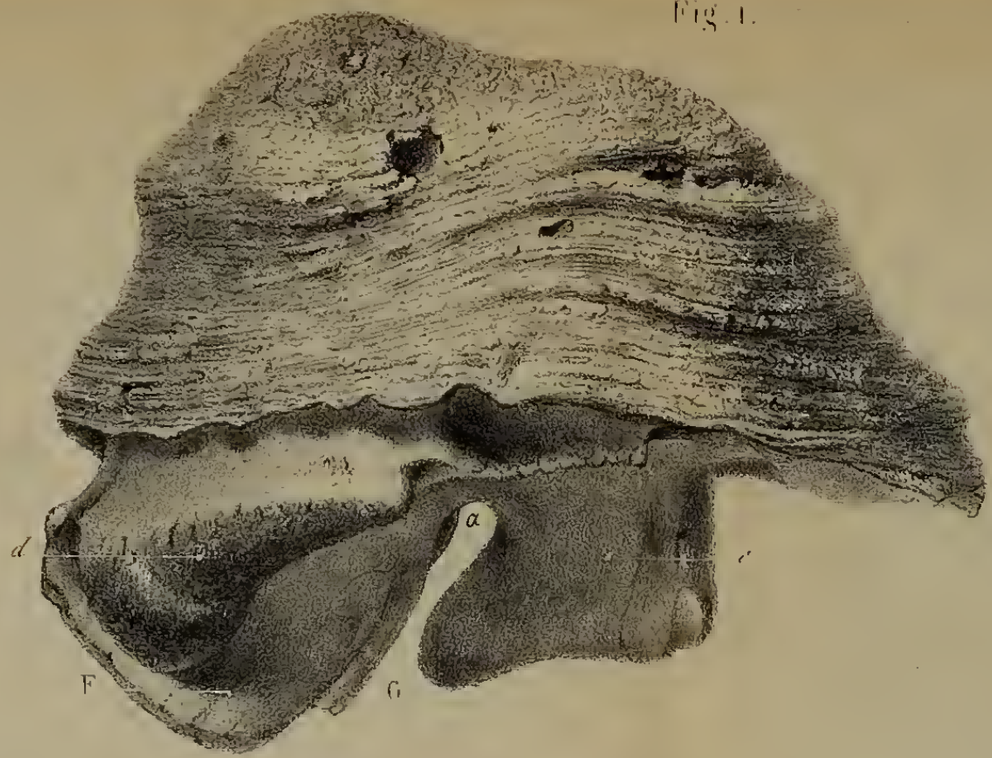


Fig. 3.

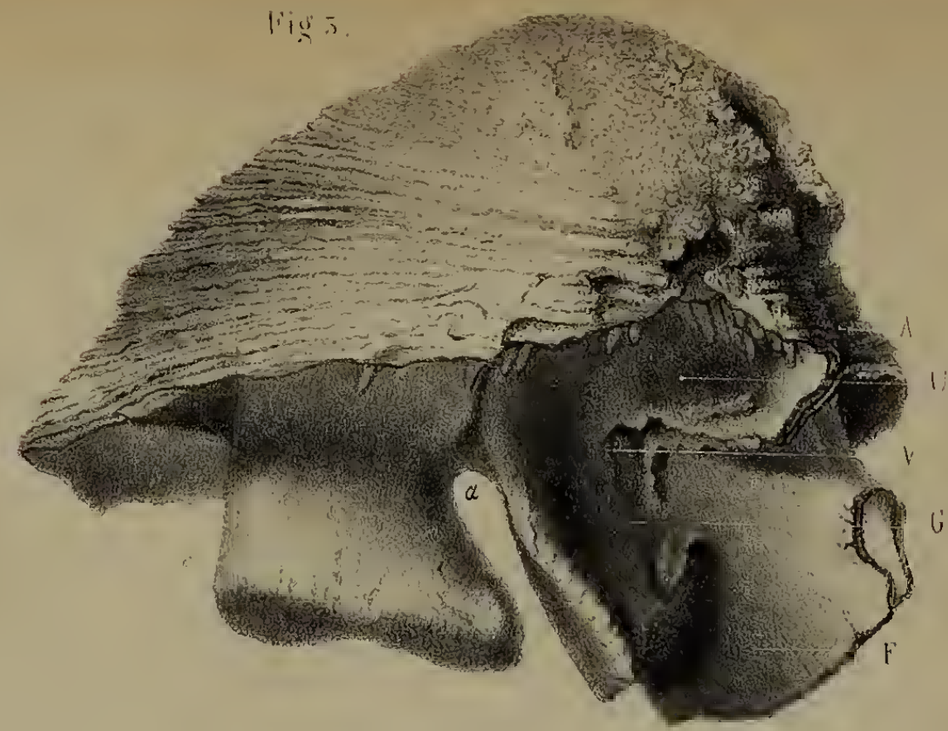


Fig. 2.

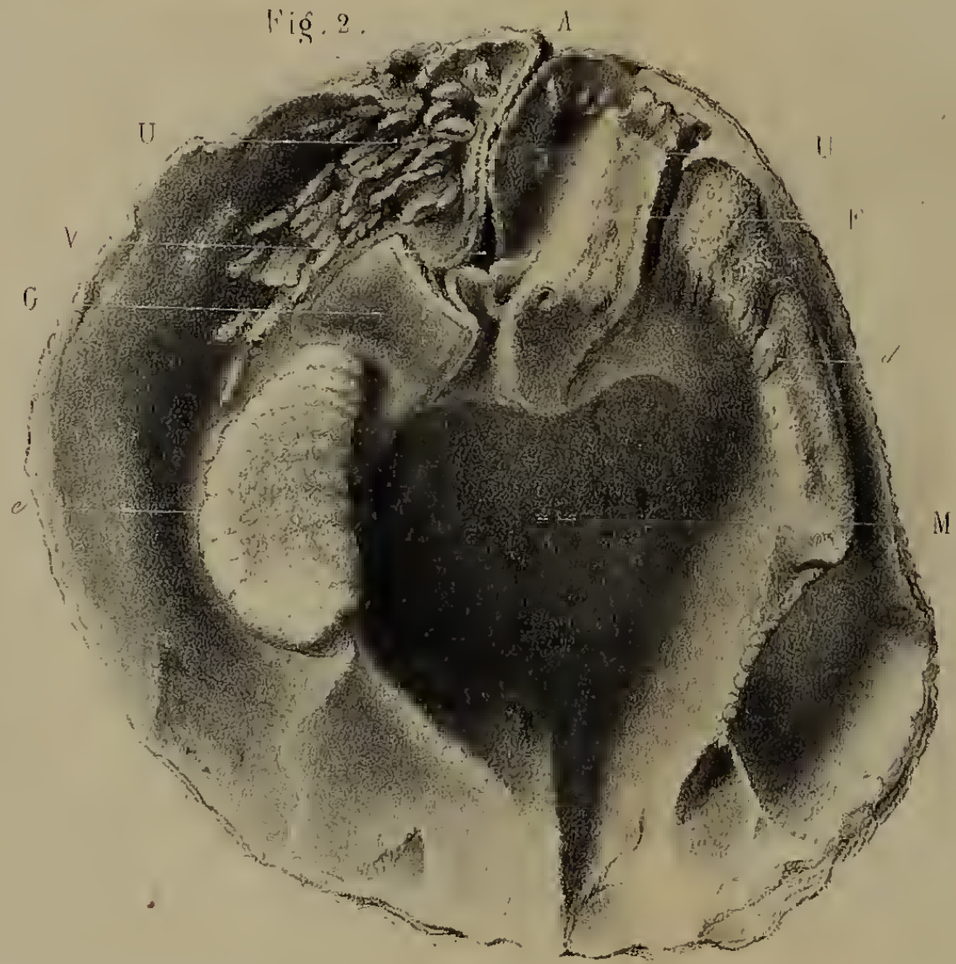
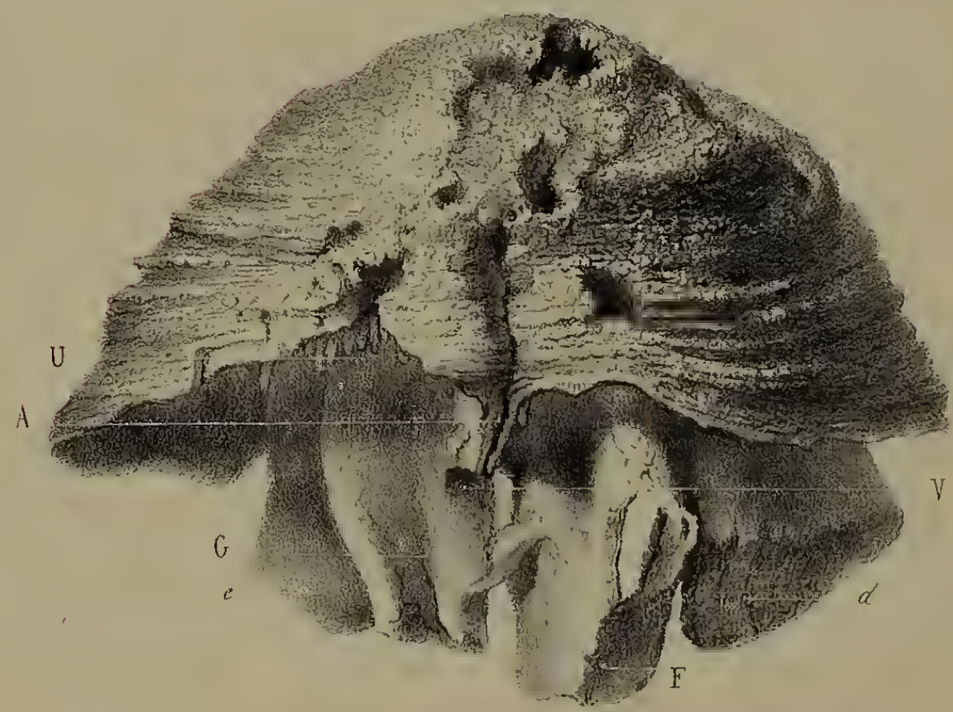


Fig. 4.



F. Willy, del.

Imp. Lemercier, Paris

Sphærulites Hœninghausi Des Moul.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

15 à 20 du bord cardinal au bord opposé, et 10 à 12 centimètres entre les côtés qui correspondent aux impressions musculaires.

Les jeunes individus ont la forme d'une pyramide triangulaire, dont une des trois faces, plus développée que les autres, est séparée de chacune d'elles par une arête où quelques-unes des lames externes du test produisent des expansions aliformes qui sont quelquefois assez grandes ; l'arête qui sépare les deux autres faces est plus obtuse, et présente fort rarement les ailes, dont les deux autres sont constamment ornées. La valve supérieure est alors plane, souvent même un peu concave; son contour est triangulaire, comme l'est celui de l'ouverture de la valve inférieure.

Cette forme change avec l'âge, et plus ou moins rapidement, suivant les individus. Voici comment s'opère ce changement : l'aile qui sépare les deux petites faces de la pyramide s'efface peu à peu, et il naît de part et d'autre de cette aile des plis peu prononcés qui donnent à ce côté de la coquille une apparence ondulée. Ces plis déterminent quatre ou cinq côtes arrondies, longitudinales, séparées les unes des autres par des sillons à peu près aussi larges qu'elles. Vers le bord de la valve inférieure, chez l'adulte, les côtes et les sillons s'atténuent davantage, et alors la surface externe de cette portion de la coquille devient régulièrement cylindrique. Quant à la grande face, elle conserve toujours sa forme aplatie, mais les ailes latérales qui la séparent des deux autres faces, devenant de moins en moins aiguës, il en résulte que la section de la coquille d'un individu adulte offre la forme d'une ellipse aplatie d'un côté. Les lames externes du test sont lisses ; elles s'imbriquent les unes sur les autres, sans cependant former de cornets divergents, comparables à ceux que produisent ces lames chez plusieurs espèces de *Radiolites* et de *Sphérulites*. On remarque néanmoins que les lames externes sont beaucoup plus rapprochées les unes des autres sur le côté ondulé qu'elles ne le sont sur la face plane de la valve inférieure. C'est à cette circonstance qu'est due en grande partie la différence de structure que présentent les côtés plans et ondulés de la coquille.

La valve inférieure est quelquefois presque droite; le plus souvent elle est recourbée; dans ce dernier cas, la charnière correspond toujours à la concavité de la courbure. Cette valve se termine par une ouverture, d'abord triangulaire chez les jeunes individus, mais qui a constamment la forme d'une ellipse comprimée du côté plat de la coquille dans l'adulte. Le contour de l'ouverture est dans un plan qui est toujours oblique à l'axe de la coquille ; le limbe est ordinairement lisse ou légèrement granuleux ; on aperçoit cependant quelques légers sillons dichotomes, très superficiellement mar-

qués sur sa surface, et qui sont loin d'être aussi profondément accusés que le sont ceux dont est orné le limbe des *Radiolites crateriformis*, *R. Jouanneti* et du *Sphærulites foliaceus*. Le limbe se relève uniformément autour de l'ouverture, de manière à former un cône de même base, mais plus évasé que celui de la cavité intérieure ; sur le côté aplati de la coquille, le limbe est plus relevé que sur le côté elliptique, et sa largeur y est également plus grande.

La valve supérieure est plane et triangulaire dans les jeunes individus ; elle s'arrondit chez les adultes, et prend une forme demi-ellipsoïdale. A partir d'une certaine époque de son développement, elle s'accroît proportionnellement beaucoup plus en hauteur qu'en largeur. Le sommet de cette valve est excentrique et rejeté vers le côté aplati. La surface externe est toujours lamelleuse, parce que les lames du test se relèvent tout autour de l'ouverture, et présentent ainsi leur tranche à l'extérieur. Le limbe, beaucoup plus développé du côté plat que sur le reste de l'ouverture, se relève sur toute l'étendue de son contour et non du côté cardinal seulement, ainsi que M. Deshayes avait été conduit à le présumer (1), d'après l'examen d'un individu chez lequel une portion du limbe était incontestablement en partie détruite. Les lames externes de cette espèce sont remarquablement celluleuses et les cellules fort grandes. Quand les lames sont usées, la surface extérieure de la coquille est couverte d'une multitude de stries longitudinales produites par les parois des cellules.

Décrivons maintenant l'appareil cardinal et le système d'attaches pour les muscles, et commençons par la valve supérieure.

La surface intérieure de cette valve, uniformément revêtue par la dernière lame de dépôt vitreux que l'animal a sécrétée, est à peine concave. A une certaine distance de son bord cardinal s'élève le système des dents et des apophyses musculaires (Pl. XIII, fig. 2, 3), suivant une direction parallèle à l'axe de la coquille, et qui par conséquent est oblique au plan que forme le contour de l'ouverture de la valve. Une base commune réunit à la coquille tout ce système apophysaire, dont le développement est énorme chez cette espèce.

La charnière se compose de deux longues dents cardinales (F et G) inégales entre elles. L'une et l'autre ont une face externe presque plane, sur laquelle on remarque des sillons longitudinaux très réguliers, séparés par des côtes arrondies ; les autres faces des dents sont entièrement lisses. Les dents, réunies l'une à l'autre par une partie

(1) Deshayes, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VIII, p. 129 (1850).

de leur base, sont complétement indépendantes à leur extrémité.

Les apophyses destinées à l'insertion des muscles adducteurs sont placées, de chaque côté, en avant des dents cardinales; elles ne présentent pas la même forme, mais chez l'une et l'autre la surface d'attache du muscle est complétement externe, et dirigée dans le sens de l'axe de la coquille.

L'une de ces apophyses offre une forme triangulaire. La face externe (*d*) (fig. 2), sur laquelle venaient s'insérer les fibres du muscle adducteur, est légèrement convexe d'arrière en avant. Elle rappelle assez bien la forme d'un triangle isocèle tronqué au sommet, et dont le plus petit côté est placé au droit de la dent cardinale voisine (F). Cette surface est couverte de sillons irréguliers qui la divisent en un certain nombre de lobes. Le lobe, placé à côté de la dent cardinale, est le plus distinct de tous, et l'on pourra remarquer que vers l'extrémité de la dent il se termine par une pointe arrondie qui dépasse, très sensiblement, le bord inférieur rectiligne de l'impression musculaire.

Ce premier lobe de l'impression musculaire peut être observé dans toutes les espèces de *Radiolites;* quelquefois même il acquiert un tel développement, et le sillon qui le sépare du reste de l'impression musculaire est si prononcé, qu'on serait tenté de considérer ce lobe comme étant un dédoublement de la dent cardinale voisine; mais l'irrégularité des sillons creusés sur la face externe de ce lobe contraste d'une manière si frappante avec la régularité des cannelures de la dent cardinale, qu'il est impossible d'hésiter un seul instant à le regarder comme étant un lobe détaché de l'apophyse musculaire. Le *Radiolites ingens* fournit un exemple de cette particularité curieuse.

Un large sillon sépare l'une de l'autre les surfaces extérieures de la dent cardinale (F) et de l'apophyse (*d*); néanmoins, cette apophyse est liée à la dent cardinale dans presque toute son étendue.

L'apophyse destinée à recevoir le second muscle adducteur n'est plus triangulaire comme la première, mais quadrangulaire. La surface (*e*), sur laquelle s'inséraient les fibres du muscle, convexe d'avant en arrière, a la forme d'un rectangle dont les angles sont fortement émoussés. Des sillons nombreux, irréguliers, y sont creusés; mais ils n'y produisent jamais un petit lobe semblable à celui qui se détache constamment de la première apophyse.

Un pédicule étroit rattache cette apophyse à la dent cardinale voisine (G), et produit ainsi, entre elles, une échancrure profonde (*a*, fig. 1). Dans toutes les espèces de *Radiolites* et de *Sphérulites*, la même particularité se présente constamment : l'apophyse qui

donne attache au second muscle adducteur (*e*) se relie toujours à la charnière (G) par un pédicule bien plus grêle que celui qui soude l'autre apophyse (*d*) à la première dent cardinale (F). Il est donc impossible que ce canal n'ait pas été destiné à jouer un rôle important dans l'organisation du singulier mollusque qui habitait cette coquille. Voici ce que je suis conduit à conjecturer à ce sujet.

Chez tous les mollusques acéphalés lamellibranches dont la coquille est pourvue de deux muscles adducteurs, la bouche est constamment placée auprès du muscle antérieur, et l'intestin, avant d'aller se terminer à l'anus, passe toujours entre la charnière et le muscle postérieur. Or, dans les *Radiolites* et les *Sphérulites*, la charnière étant formée de deux longues dents et les muscles s'insérant eux-mêmes sur deux apophyses très proéminentes dans l'intérieur de la coquille, il en résulte de toute nécessité que pour pouvoir passer entre la charnière et le muscle postérieur, l'intestin devait trouver un canal profond ouvert entre la seconde dent cardinale et l'apophyse d'insertion du muscle postérieur, car sans cela il eût été obligé de contourner la surface interne de l'apophyse, et de venir alors se terminer à l'extrémité du muscle en un point où l'anus n'est jamais placé chez les mollusques. On conçoit aussi pourquoi l'échancrure (*a*) ne devait exister qu'entre une seule des deux apophyses et la dent voisine.

Je suis donc très porté à présumer que l'échancrure (*a*) n'avait d'autre but que celui de fournir un passage à l'extrémité anale du tube digestif. Il résulte de cette observation que je puis désormais employer, pour désigner les divers éléments dont se compose la charnière, ainsi que le système musculaire des *Radiolites*, une nomenclature beaucoup plus en rapport avec les caractères zoologiques que celle dont je m'étais servi jusqu'à présent dans mes précédentes communications.

Je supposais, en effet, la valve inférieure de la coquille des Rudistes comme étant placée dans une position telle que son axe fût vertical, et que la charnière fût opposée à l'observateur. Le contour de l'ouverture se divisait alors en quatre parties, savoir : le *bord cardinal*, le *bord droit*, le *bord antérieur* placé en regard du côté cardinal, et enfin le *bord gauche* opposé lui-même au côté droit. Or le bord gauche ainsi défini est celui qui correspond à l'impression du muscle adducteur antérieur, ou bien au côté buccal de l'animal ; le bord droit, au contraire, correspond à l'empreinte du muscle postérieur, c'est-à-dire au côté anal du mollusque, et le bord antérieur, placé entre les côtés droit et gauche, occupe une position telle que la grande ouverture du manteau devait s'appuyer

contre lui ; il est donc en rapport avec l'appareil respiratoire du mollusque. Nous remplacerons donc désormais les mots *bords droit*, *antérieur* et *gauche* par ceux de *côté anal* ou *postérieur*, de *côté branchial*, et de *côté buccal* ou *antérieur*. Alors les quatre parties du contour des valves seront désignées par des expressions en harmonie avec les noms des organes du mollusque qui leur correspondent.

Décrivons maintenant l'intérieur de la valve inférieure. Cette valve présente une cavité uniformément revêtue par une lame de dépôt vitreux, et dont la profondeur varie suivant les individus, mais qui dans les adultes ne dépasse guère le tiers de la longueur de la valve. Les lames de dépôt vitreux, que le manteau de l'animal a successivement sécrétées, sont très diversement espacées, et laissent entre elles des vides fort irréguliers. La coupe (fig. 1) fait voir que pour produire ces lames, l'animal soulevait son corps par portions, car la plupart d'entre elles ne s'étendent pas d'un bord à l'autre de la cavité. Les deux impressions musculaires sont superficielles, et leur forme est exactement la même que celle qu'elles présentent dans l'autre valve. Leur surface est également creusée par des sillons très irréguliers. Quand la coquille était fermée, les deux surfaces d'attache de l'un et de l'autre muscle étaient très rapprochées l'une de l'autre, circonstance qui devait contribuer à augmenter la puissance de ces muscles.

En arrière des deux impressions musculaires sont les alvéoles (*f*, *g*) des deux dents cardinales (F, G); elles sont accolées à la paroi de la valve et ouvertes dans toute leur longueur; leur face profonde porte des sillons longitudinaux, réguliers, remplissant l'office de coulisses pour recevoir la surface cannelée des dents cardinales. Elles sont complétement séparées l'une de l'autre, et non réunies dans la partie centrale des valves, comme cela a lieu chez les *Sphérulites*. Il en résulte que la grande cavité antérieure (M) communique largement avec la cavité cardinale (S), sans qu'on aperçoive la moindre différence dans la nature de la couche du tissu vitreux qui recouvre uniformément toute la surface interne de la coquille. Cette observation est très importante ; elle prouve de la manière la plus évidente que la cavité cardinale (S) a logé une portion du corps de l'animal et non un ligament élastique interne, comme le pensait notre savant confrère M. Deshayes (1).

Chez les mollusques acéphalés, dont la coquille est pourvue d'un liga-

(1) Deshayes, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. VIII, p. 129 (1850).

ment, les Crassatelles, par exemple, on voit en effet que la fossette destinée à le loger est constamment remplie par cet appareil, depuis l'extrémité des crochets jusqu'au bord de la ligne cardinale interne, quelle que soit la taille de l'individu observé ; en sorte qu'une Crassatelle adulte conserve dans toute son intégrité le ligament dont les valves de sa coquille ont été pourvues depuis l'époque où il a commencé à les réunir l'une à l'autre. S'il en avait été ainsi chez le *Radiolites Bournoni*, la fossette (S) occuperait toute la longueur de la coquille, depuis le sommet de chaque valve jusqu'au bord cardinal de son ouverture. Or le fond de cette fossette (S) s'élève dans la coquille, en même temps que celui de la cavité antérieure (M), et il est formé par le prolongement de la couche de dépôt vitreux dont cette dernière est revêtue. Il résulte de cette observation que la cavité cardinale (S) communiquant avec la région antérieure de la coquille par la large ouverture que les dents cardinales laissent entre elles à leur extrémité a dû nécessairement loger une portion charnue du mollusque et non un ligament élastique.

Il n'est désormais plus possible d'admettre l'existence d'un ligament chez les *Rudistes*. Tout est disposé chez ces curieux mollusques pour que cet appareil manque à leur coquille. La charnière elle-même est construite sur un tout autre plan que celle des lamellibranches ordinaires, précisément à cause de cette absence du ligament. Au lieu de s'ouvrir par un mouvement de bascule autour d'un point de sa circonférence, la valve supérieure se soulevait, au contraire, dans le sens de l'axe de la valve inférieure. Les dents cardinales servaient à diriger ce mouvement oscillatoire, les cannelures si régulières qui sont creusées sur leur face postérieure et pénétraient dans les rainures des alvéoles rendaient impossible tout autre mouvement, quelque léger qu'on pût le supposer. Il suffisait à l'animal de contracter les fibres d'un muscle circulaire placé sur le bord de son manteau pour que la valve supérieure se soulevât. Les muscles adducteurs, en se contractant à leur tour, déterminaient le rapprochement des valves.

Le *Radiolites Bournoni* a été décrit pour la première fois, en 1826 par M. Charles Des Moulins (1). Sous le nom de *Sphærulites calceoloides*, le même naturaliste a décrit et figuré (2) un jeune individu de la même espèce. Je me suis assuré de ce fait en étudiant les types eux-mêmes de ces espèces pendant un voyage que j'ai fait en

(1) Voyez Charles Des Moulins, *Essai sur les Sphérulites*, p. 124 (1826).

(2) Des Moulins, *loc. cit.*, p. 130, pl. IX, fig. 1.

1856 à Bordeaux, dans le but spécial d'aller étudier la précieuse collection que le savant auteur de l'*Essai sur les Sphérulites* a si généreusement donnée au Musée de la ville.

Notre confrère M. Deshayes, à son tour, a publié dans le *Bulletin* (1) un mémoire très intéressant dans lequel il a le premier fait connaître les muscles et l'appareil cardinal de cette coquille, d'après un fort bel exemplaire que M. Sæmann avait découvert dans la craie de Saint-Mametz (Dordogne). La cavité des valves dans cet exemplaire était très bien conservée ; les dents seules s'étaient brisées lorsqu'on chercha à ouvrir la coquille, et une portion de leur extrémité était restée engagée dans l'alvéole correspondante. M. Deshayes décrivit de la manière suivante la cavité de la valve inférieure :

« La valve inférieure est au moins trois fois plus grande que la » supérieure ; sa cavité, quoique profonde, est réellement peu con- » sidérable en proportion de la taille de la coquille ; elle est assez » régulièrement conique ; elle présente en arrière et de chaque » côté *deux arêtes presque parallèles* qui divisent la cavité en deux » portions inégales : l'une antérieure, très grande, occupée par » l'animal ; l'autre postérieure, plus petite, était destinée à recevoir » un ligament puissant ; mais cette partie de la coquille *n'est point* » *entière.* Les deux arêtes dont nous venons de parler sont *les débris* » *d'une large cloison*, dont la reproduction ne s'est point opérée » dans l'individu que nous décrivons. Dans l'épaisseur de cette cloi- » son sont contenues deux grandes cavités dans lesquelles sont » réunies les dents cardinales de la valve opposée. Une grande partie » des parois de cette cavité a été dissoute, et les dents cardinales, » soudées sur les parois externes, n'ont pas été détachées ; on en voit » encore en place les débris. »

Les deux arêtes presque parallèles dont M. Deshayes signale l'existence de chaque côté ne sont autre chose que les deux bords de chacune des alvéoles dentaires. Ces deux bords n'étaient nullement brisés dans l'exemplaire qui a servi de type à cette description, en sorte que ce ne sont pas les *débris d'une large cloison* allant d'un bord à l'autre de la coquille, et isolant ainsi la cavité antérieure occupée par l'animal d'une autre cavité postérieure plus petite, destinée à recevoir un ligament puissant. Une pareille cloison n'existe ni dans le *Radiolites Bournoni*, ni dans aucune autre espèce de *Radiolite*, tandis qu'au contraire une cloison transverse se trouve toujours chez les vraies *Sphérulites.* Son absence dans les *Radio-*

(1) Voyez Deshayes, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VIII, p. 127, pl. I, fig. 1 à 6 (1850).

lites entraîne également celle de l'*arête carainale*, caractéristique des *Sphérulites*.

On voit donc que M. Deshayes était convaincu que dans cette espèce l'appareil cardinal devait être construit sur le même plan que celui de la *Sphérulite*, dont ce savant a su le premier reconstituer la charnière. C'est en obéissant sans doute à cette préoccupation que M. Deshayes a laissé échapper l'occasion, que lui offrait le bel exemplaire étudié par lui, de découvrir l'organisation des *Radiolites* qui est si différente de celle des vraies *Sphérulites*.

Le savant auteur de la *Paléontologie française* a figuré, de son côté, sous le nom de *Sphærulites Hœninghausii*, dans les planches 565 et 566 de son grand ouvrage, un exemplaire qui appartient incontestablement au *Radiolites Bournoni*. J'ai vu ce Rudiste dans la collection de d'Orbigny; c'est un individu qui a été recueilli sur le bord de la mer, au pied de la falaise crayeuse des environs de Royan. La valve supérieure et une portion seulement de la valve inférieure sont conservées; la moitié inférieure de cette dernière manque complétement; l'extrémité seule du birostre en tient la place. D'Orbigny, pour donner une figure entière de cet échantillon, a fait restaurer la pointe de la coquille, en se guidant sur la disposition que présentent les lames au pourtour de l'ouverture. Or le *Radiolites Bournoni*, jeune, ayant la forme d'une pyramide triangulaire, il en résulte que les figures données dans les planches 565 et 566 de la *Paléontologie française* ne représentent pas plus le *Sphærulites Hœninghausi* (type) qu'elles ne donnent une idée vraie de la forme du *Radiolites Bournoni*. Ce sont des figures entièrement théoriques.

Le *Radiolites Bournoni* est assez commun dans la craie supérieure de Saint-Mametz (Dordogne); on l'y trouve associé avec les *Radiolites ingens* et *Jouanneti*, les *Sphærulites cylindraceus* et *Toucasi*, et l'*Hippurites radiosus*.

M. Des Moulins l'a rencontré dans la partie supérieure des falaises de Royan et de Talmont (Charente-Inférieure), et dans le ravin de la Vache-Pendue, vallée de la Couze (Dordogne).

Il n'est pas inutile de faire remarquer que les individus de cette espèce que l'on trouve à Saint-Mametz sont constamment couchés sur leur face aplatie, et je suis porté à croire qu'ils occupaient une position semblable sur la vase, au fond de la mer crétacée. Le côté plat correspondant à la partie antérieure ou buccale du mollusque, on voit qu'alors ces animaux étaient exactement placés au fond de la mer, comme le sont un grand nombre d'autres mollusques, c'est-à-dire la tête en bas et la région anale en haut.

Étudions maintenant le *Sphærulites Hœninghausi*.

Sphærulites Hœninghausi, Des Moulins.

Pl. XIV, fig. 1, 2, 3, 4.

Syn. (1819). *Birostrites inæquiloba*, Lamarck. *Hist. nat. des anim. sans vert.*, t. VI, p. 236.
(1822). *Jodamia bilinguis*, Defrance, *Dict. des sc. nat.*, t. XXIV, p. 230; Atlas, t. X, Pl. 82, fig. 2.
(1822). *Jodamia castri*, Defrance. *Loc. cit.*, t. XXIV, p. 230; Atlas, t. X, Pl. 82, fig. 1 *a*, 1 *b*, 1 *c*.
(1825). *Birostrites Duchateli*, de Blainville, *Manuel de Malacol.*, p. 518.
(1825). *Jodamia Duchateli*, de Blainville. *Loc. cit.*, Pl. 58, fig. 1, *a*, *b*, *c*.
(1825). *Birostrites inæquiloba*, de Blainville. *Loc. cit.*, p. 517.
(1825). *Jodamia bilinguis*, de Blainville. *Loc. cit.*, Pl. 58, fig. 2.
(1826). *Birostrites Duchateli*, de Blainville. *Dict. des sc. nat.*, t. XXXII, p. 306.
(1826). *Sphærulites Jodamia*, Des Moulins, *Essai sur les Sphérul.*, p. 100.
(1826). *Sphærulites Hœninghausi*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 118, Pl. VI, fig. 2, Pl. VII.
(1826). *Sphærulites dilatata*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 128, Pl. VIII, fig. 1, 2, 3.
(1826). *Sphærulites crateriformis*, Des Moulins. *Loc. cit.*, Pl. VI, fig. 1 (*Exclus*, Pl. I et II).
(1837). *Sphærulites crateriformis*, Bronn. *Lethæa geognost.*, p. 692, Pl. 31, fig. 3.
(1840). *Hippurites Hœninghausi*, Goldfuss. *Petrefact. German.*, p. 304, Pl. 164, fig. 3 *a*, *b*, *c*.
(1842). *Radiolites acuta*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 188.
(1847). *Radiolites Hœninghausi*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 223, Pl. 567. (*Exclus*, Pl. 565, 566).
(1847). *Radiolites dilatata*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 225, Pl. 568, fig. 1, 2, 3, 4.
(1847). *Radiolites acuta*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 228, Pl. 571, fig. 4, 5, 6, 7, 8.
(1850). *Radiolites Hœninghausi*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 260, n° 995.
(1850). *Radiolites dilatata*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 260, n° 995.
(1850). *Radiolites acuta*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 260, n° 997.
(1852). *Radiolites Hœninghausi*, Bronn et Rœmer. *Lethæa geognost.*, t. II, p. 257, Pl. 31, fig. 3.

Syn. (1855). *Radiolites Hæninghausi*, Woodward. *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XI, p. 49, fig. 15, 16.
(1855). *Radiolites acutus*, Woodward. *Loc. cit.*, Pl. V, fig. 3.

Cette espèce, malgré les variations nombreuses qu'elle présente, conserve des caractères assez constants.

La valve inférieure, toujours plus grande que la supérieure, ressemble à un cône évasé, couvert extérieurement de larges lames foliacées très irrégulières. Elle présente une large surface plane qui correspond au côté buccal et à une portion du côté cardinal ; sur cette surface, les lames externes se relèvent vers le bord de la valve, mais sans se séparer les unes des autres, pour former des cornets emboîtés. Elles sont, au contraire, très irrégulièrement ondulées sur les autres faces de la valve. Malgré ces ondulations irrégulières des lames, on peut voir deux sinus se dirigeant du sommet vers le bord de la coquille, dans lesquels la courbure des lames offre plus de régularité. Ces sinus se rencontrent dans un grand nombre d'espèces de *Sphérulites ;* on les reconnaît très bien dans les *Sphærulites Toucasi*, *ponsianus*, *Moulinsi*, *radiosus*, *angeiodes*, etc., etc. Ils occupent une position constante dans la coquille : l'un d'eux est toujours placé sur le côté branchial, en face de la charnière, et le second, plus ou moins voisin du premier, suivant les espèces, est constamment sur le côté anal. Ces deux sinus, par leur position, rappellent de la manière la plus frappante les deux bandes externes qui existent chez quelques espèces de *Radiolites*, telles que, par exemple, les *Radiolites ingens*, *fissicostatus*, *canaliculatus*, *royanus*, *angulosus*, *lumbricalis*, *cornu-pastoris*, et qui sont remplacés par les deux piliers internes chez les *Radiolites crateriformis* et *Jouanneti*.

La valve supérieure est elliptique comme l'inférieure, mais beaucoup moins haute ; elle reste assez longtemps plane, et ne devient convexe que dans les vieux individus. Elle est aussi très irrégulièrement lamelleuse. Son sommet est excentrique ; il est rejeté vers le bord antéro-cardinal.

Les lames de dépôt vitreux qui tapissaient l'intérieur des valves, et principalement celui de la valve inférieure, étaient très minces et très fragiles dans cette espèce ; aussi ces lames ont-elles été très souvent détruites par un phénomène fort curieux de la fossilisation. Ces lames, en effet, ont disparu, lorsque les sédiments qui avaient rempli la cavité des valves, après la destruction complète des parties molles de l'animal, étaient déjà consolidés. Il en résulte que, dans ce cas, la coquille, réduite aux lames externes du test, offre dans son

intérieur un moule laissant un espace vide entre sa surface externe et celle de la cavité qui le contient. L'existence de ce vide, uniquement due à la disparition des lames intérieures de dépôt vitreux, avait suggéré à M. Des Moulins la pensée qu'une enveloppe cartilagineuse de l'animal en avait tenu la place, opinion qui le conduisit à regarder les Rudistes comme étant des animaux intermédiaires entre les *Tuniciers* et les *Conchyfères*. Cette opinion ne peut plus être soutenue aujourd'hui.

A Royan (Charente-Inférieure), à Sourzac, ainsi que dans les autres localités du département de la Dordogne où cette espèce est très commune, on ne rencontre jamais un exemplaire dont les couches internes du test soient conservées ; mais une circonstance heureuse ayant permis à M. Marrot, inspecteur général des mines, de découvrir aux environs de Ribérac une valve supérieure transformée en silice, dont toute la charnière, ainsi que les apophyses musculaires, sont dans un état de conservation à peu près parfaite, il me sera possible de faire connaître, en décrivant cette pièce remarquable, toute l'organisation intérieure de cette espèce de *Sphérulite*.

Décrivons-la donc maintenant.

Cette valve appartient incontestablement à un individu adulte du *Sphærulites Hæninghausi*. Elle est remarquablement convexe ; son sommet n'est pas central, mais rapproché du bord antéro-postérieur. Arrondie sur tout le pourtour de ses bords postérieur, branchial et cardinal, elle est notablement comprimée sur son bord antérieur. Les lames externes du test sont en grande partie détruites ; le bord cardinal présente une scissure profonde, remontant presque au sommet de la valve, et qui correspond au repli que font les deux lames composant l'arête cardinale (A). Lorsque les lames internes du test ont été détruites par la fossilisation, tandis qu'au contraire les lames externes se sont conservées, la cavité présente alors une carène aiguë, peu saillante, occupant la place de l'arête cardinale.

La saillie que fait l'arête cardinale dans l'intérieur de la valve est très grande. Les deux lames qui la composent, juxtaposées dans presque toute son étendue, se séparent en arrière des dents cardinales, et déterminent ainsi une petite cavité (V, fig. 3) analogue à celle dont j'ai déjà signalé l'existence à l'extrémité de l'arête cardinale du *Sphærulites foliaceus* (1). Cependant, dans cette dernière espèce, la cavité (V) est proportionnellement plus grande que celle

(1) Bayle, *Observations sur le* Sphærulites foliaceus (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIII, p. 71, Pl. I).

du *S. Hœninghausi.* La cavité (V) paraît exister chez tous les *Sphérulites;* j'en ai constaté la présence chez les *S. radiosus*, *angeiodes*, *cylindraceus*, *Toucasi*, *Moulinsi*, *ponsianus*, etc.

Les dents cardinales, ainsi que les apophyses destinées aux attaches des muscles adducteurs, sont extrêmement développées dans cette espèce.

Les dents cardinales sont très inégales : la première (F), située du côté antérieur, est la plus grande des deux ; elle est très longue d'avant en arrière et comprimée latéralement ; sa coupe transversale serait donc quadrangulaire ; elle offre en arrière un profil concave, tandis qu'il est convexe en avant. Cette circonstance est due à ce que la dent cardinale, soudée à la coquille à une certaine distance de l'ouverture, se recourbe à son extrémité libre vers le bord cardinal, disposition que fait clairement comprendre l'examen de la figure 1. L'extrémité de cette dent est brisée; j'ignore si elle était beaucoup plus grande, et quelle devait être la forme de son extrémité.

La seconde dent cardinale (G) est presque entière; elle est moins longue que la première, beaucoup moins forte, et également recourbée d'avant en arrière; elle offre en outre cette particularité singulière d'être tordue sur elle-même de gauche à droite.

Les dents cardinales du *S. Hœninghausi* diffèrent notablement de celles de la plupart des Sphérulites par leur courbure d'avant en arrière, la torsion de l'une d'entre elles, ainsi que par leur inégalité. L'axe de ces dents est généralement droit chez les Sphérulites; on le voit très bien, par exemple, dans les *S. cylindraceus*, *Sauvagesi* et *ponsianus.*

Quoi qu'il en soit, et malgré leur courbure, les dents ne pouvaient glisser dans leurs alvéoles que suivant le sens de leur axe, la torsion de la seconde dent (G) rendant impossible tout mouvement de bascule de la valve autour d'un point quelconque de sa circonférence, quelque faible qu'on pût supposer ce mouvement.

Les attaches des muscles adducteurs sont portées par deux apophyses très inégales.

L'une d'elles (*e*), sur laquelle s'insère le muscle adducteur postérieur, est nettement séparée de la dent cardinale voisine (G) par une gorge qui règne dans toute sa longueur, et que je regarde comme destinée au passage de l'intestin, avant sa terminaison anale. Cette apophyse est fort longue, droite dans sa partie antérieure (*e*, fig. 1 et 3), tandis que son bord postérieur participe à la courbure de la charnière; il résulte de cette disposition que la surface sur laquelle s'insère le muscle est plus large que ne l'est la racine de l'apophyse. L'empreinte est ellipsoïdale et dans un plan perpendiculaire à l'axe

de l'apophyse, ce qui prouve que la paroi de la valve inférieure qui porte l'empreinte du muscle postérieur est sensiblement horizontale et non parallèle à l'axe de cette valve, ainsi que cela a lieu dans le *Radiolites Bournoni*, et dans le plus grand nombre des espèces de *Radiolites* et de *Sphérulites*.

L'autre apophyse (*d*), deux fois moins saillante que la première, présente en même temps une forme tout autre ; elle est séparée de la dent cardinale voisine (F) par une rainure étroite et peu profonde. La surface pour l'insertion du muscle adducteur antérieur qui la termine est triangulaire, la base du triangle étant en regard de la dent (F), tandis que le sommet, fort peu émoussé, est du côté opposé. L'impression du muscle adducteur antérieur est donc plus étendue d'arrière en avant dans cette espèce que celle de l'adducteur postérieur.

Une disposition contraire se présente chez quelques *Sphérulites*. Ainsi l'empreinte du muscle anal est beaucoup plus étendue d'arrière en avant que celle du muscle buccal dans le *Sphœrulites cylindraceus*, par exemple ; mais dans toutes les Sphérulites, l'empreinte du muscle antérieur a constamment une forme plus ou moins triangulaire, tandis que l'autre est ellipsoïdale.

Les deux apophyses musculaires de notre valve supérieure du *S. Hœninghausi* tendent à se réunir en avant par deux crêtes qui en prolongent la base, et circonscrivent nettement la cavité viscérale (M). Ces crêtes déterminent les deux rainures qui, dans les moules intérieurs de cette coquille, séparent le petit cône du birostre du bourrelet circulaire qui l'entoure.

En arrière de la charnière et de chaque côté de l'arête cardinale se trouvent deux cavités (U) assez profondes et inégales entre elles, que je propose d'appeler *cavités postéro-dentaires*. Le fond de ces cavités est rempli de lames saillantes, très irrégulières dans leur forme, et qui sont formées par le dépôt vitreux. Ces lames adhèrent par leur base au fond des cavités (U), et sont libres dans tout le reste de leur longueur. Elles sont beaucoup plus nombreuses dans la cavité postéro-dentaire située du côté anal que dans l'autre. Ces lames existent toujours chez les *S. Hœninghausi* adultes, mais elles manquent complétement chez les jeunes individus ; ce sont elles qui ont produit, sur le côté cardinal des moules, les quatre cônes criblés de cavités, auxquels M. Charles Des Moulins a donné le nom d'*appareil accessoire* des birostres.

Les cavités postéro-dentaires étant déterminées par l'*arête cardinale* et la forme particulière de la charnière existent chez toutes les espèces de *Sphérulites*, mais leur grandeur varie suivant la saillie

plus ou moins grande que fait l'arête cardinale. Elles ne sont pas toujours obstruées par des lames analogues à celles que présente le *S. Hœninghausi*, et l'on remarque que ces lames manquent complétement dans les espèces chez lesquelles les cavités postéro-dentaires sont plus petites, dans le *S. alatus*, par exemple.

Les cavités postéro-dentaires (U) des *Sphérulites* représentent la cavité cardinale unique (S) des *Radiolites ;* mais il est difficile d'admettre qu'elles aient pu loger quelques-uns des viscères de l'animal. Je suis porté à croire, au contraire, que la peau qui en tapissait les parois ne sécrétait une aussi grande quantité de lames de dépôt nacré que parce que cette peau n'enveloppait aucun organe jouant un rôle important dans l'animal de la *Sphérulite.* La production de ces lames serait alors quelque chose d'analogue à celle de ces concrétions irrégulières que plusieurs mollusques sécrètent dans leur coquille, et avec lesquelles on fait les perles si recherchées par les bijoutiers.

La cavité (M), destinée à loger une portion des viscères du mollusque, présente la forme d'un cône dont l'axe est recourbé sous les apophyses cardinales ; elle est assez grande. Entre les apophyses musculaires et le bord de l'ouverture, la surface de la valve présente une dépression assez profonde, dont le moule est représenté par la moitié supérieure du bourrelet circulaire des birostres

Le moule inférieur du *Sphærulites Hœninghausi* se rencontre très fréquemment dans les champs du Périgord et des deux Charentes. On peut même à Royan, à Sourzac (Dordogne), parvenir à en retirer de très complets de la cavité intérieure d'un grand nombre d'individus, parce que dans ces localités la coquille est dépouillée de ses lames de dépôt vitreux, et que le moule n'adhère en aucune façon aux valves.

Ce moule a été figuré d'une manière remarquable par Goldfuss dans la planche 164 (fig. 3 *a, b, c*) de son bel ouvrage, et par d'Orbigny, planche 567 de la *Paléontologie française ;* M. Charles Des Moulins en a donné une excellente description (1).

On peut très bien comprendre la signification de chacune des parties qui constituent ce moule (*birostre* des auteurs), d'après la description de la valve supérieure que nous venons de donner. En effet, il se compose de deux cônes très inégaux entre eux, réunis par une base commune. Le plus grand nombre des deux cônes correspond à la cavité viscérale (M) de la valve inférieure, et le plus petit à la cavité analogue de l'autre valve. La base des cônes est entourée

(1) Charles Des Moulins, *Essai sur les Sphérulites*, p. 62 (1826).

par un bourrelet ellipsoïdal, anguleux en son contour, qui répond exactement au point où le bord de la cavité interne d'une des valves venait s'appliquer contre l'autre.

Le bourrelet se sépare complétement des deux cônes du birostre dans une portion de sa circonférence, et laisse ainsi une cavité entre eux et lui. On reconnaît facilement dans cette cavité irrégulière les gaînes produites par la destruction du test des apophyses musculaires et des deux dents cardinales. Une fente profonde divise la portion du bourrelet, ainsi détachée des deux cônes du birostre, en quatre proéminences coniques constituant l'*appareil accessoire* des birostres. Ces quatre cônes accessoires ont une base commune comme ceux du birostre ; ceux qui accompagnent le grand cône du birostre sont constamment plus grands que les deux autres ; leur structure est lamello-caverneuse. Ces cônes ne sont autre chose que les moules des quatre cavités postéro-dentaires, et la fente qui les sépare a été produite par l'arête cardinale. Les impressions musculaires se voient très bien sur la surface extérieure du grand cône du birostre ; elles sont superficielles et très finement ramifiées. C'est au fond des deux gaînes apophysaires que l'on aperçoit les autres empreintes musculaires. Les birostres fournissent des caractères précieux pour la détermination des diverses espèces de *Sphérulites*, car leur étude permet d'apprécier les caractères internes de ces coquilles qui sont constamment indépendantes des nombreuses variations de formes que plusieurs d'entre elles affectent. Il serait très facile de rétablir la cavité de la valve inférieure du *S. Hœninghausi*, à l'aide de la connaissance que nous avons à présent de la structure de l'autre valve et du birostre ; mais cette description serait inutile à faire, quant à présent.

Le moule intérieur du *Sphœrulites Hœninghausi* était connu bien longtemps avant que la coquille de cette espèce fût décrite par les naturalistes. Il a servi de type au genre *Birostrites* de Lamarck et à celui de *Jodamia* de Defrance. M. Des Moulins le premier donna, en 1826, une description avec une figure de l'espèce, en lui imposant le nom de *S. Hœninghausi*, qui a été adopté depuis lors par tous les naturalistes (1) ; mais M. Des Moulins décrivit en même temps, sous les noms de *S. Jodamia* et de *S. dilatata*, des individus

(1) Je crois donc devoir conserver à cette *Sphérulite* le nom spécifique d'*Hœninghausi*, aujourd'hui accepté par tous les géologues, plutôt que de reprendre le nom le plus ancien qui lui a été attribué, au risque de paraître ne pas vouloir me conformer à des principes de priorité, que la plupart des paléontologistes cherchent à faire prévaloir

appartenant à de véritables *S. Hœninghausi*, ainsi que j'ai pu le constater par l'examen direct des types qui ont servi à l'établissement de ces deux prétendues espèces. Le même naturaliste a rapporté au *Radiolites crateriformis* un birostre (Pl. VI, fig. 1) qui est, sans aucun doute possible, celui du *S. Hœninghausi*.

D'Orbigny a représenté, dans la planche 567 de la *Paléontologie française*, le birostre de cette espèce; mais les planches 565, 566, ainsi que nous l'avons dit plus haut, ont été dessinées d'après un mauvais exemplaire du *Radiolites Bournoni*. La planche 568, au contraire, contient d'excellentes figures du *S. Hœninghausi ;* seulement l'auteur les donne comme étant celles de son *R. dilatata*. Les moules intérieurs, dessinés dans la planche 571 (fig. 4, 5, 6, 7 et 8) sous le nom de *Radiolites acuta*, appartiennent encore à de jeunes individus du *S. Hœninghausi*.

Le *Sphœrulites Hœninghausi* est très commun dans la craie supérieure des falaises situées à l'embouchure de la Gironde, à Royan, à Saint-Georges de Didonne, à Meschers, à Talmont. On l'y trouve associé avec les *Sphœrulites alatus*, *S. Sœmanni*, *Radiolites crateriformis*, *R. fissicostatus*, *R. acuticostatus* et *R. royanus*.

On le rencontre également à Ribérac, à Sourzac, à Neuvic et à Saint-Mametz dans le département de la Dordogne. A Saint-Mametz, il se trouve dans une assise crayeuse incontestablement située au-dessous des calcaires jaunâtres friables, dans lesquels abondent les *Radiolites Bournoni*, *R. ingens*, *R. Jouanneti*, *Sphœrulites cylindraceus*, *S. Toucasi* et *Hippurites radiosus*.

M. Triger a retrouvé cette espèce dans la craie supérieure de la montagne Saint-Pierre près de Maestricht; les couches crayeuses de cette colline célèbre renferment en outre de nombreuses espèces fossiles, et entre autres les *Ostrea frons*, *Ostrea larva*, *Conoclypeus*

---

dans la science, bien souvent sans aucun avantage pour ses progrès. Lamarck, en effet, avait dès 1819 imposé le nom spécifique d'*inæquiloba* à une espèce de son genre *Birostrites*. Or, le *Birostrites inæquiloba* n'est que le moule intérieur d'une espèce de Rudistes, dont la coquille était complétement inconnue à cette époque. C'est donc en réalité à M. Des Moulins qu'on doit la connaissance de cette coquille. Or, ce naturaliste, en la décrivant pour la première fois, avait le droit de lui imposer un nouveau nom spécifique, d'autant plus que celui d'*inæquiloba* ne pouvait convenir qu'à un *birostre* et non à une coquille de *Sphérulite*. L'usage a consacré le nom donné par M. Des Moulins; je m'y suis conformé, et j'ose espérer que les géologues ne me désapprouveront pas.

Leskei, *Orbitolites media*, qui sont également très communes dans la craie des falaises de Royan.

Passons maintenant à la description de l'*Hippurites cornu-vaccinum*.

Hippurites cornu-vaccinum, Bronn.

Pl. XV, fig. 1, 2, 3.

Syn. (1826). *Sphærulites bioculata*, Des Moulins. *Essai sur les Sphérul.*, p. 115, Pl. V.
(1826). *Sphærulites imbricata*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 116.
(1832). *Hippurites cornu-vaccinum*, Bronn. *Jahrb. für Miner.*, p. 171.
(1837). *Hippurites cornu-vaccinum*, Bronn. *Lethæa geognost.*, p. 635, Pl. 31, fig. 2.
(1837). *Hippurites gigantea*, d'Hombres-Firmas. *Recueil de mém.*, t. IV, p. 181 et 198, Pl. IV, fig. 1, 2.
(1837). *Hippurites Moulinsii*, d'Hombres-Firmas. *Loc. cit.*, t. IV, p. 200 ; pl. IV, fig. 6.
(1840). *Hippurites radiosus*, Goldfuss. *Petrefact. German.*, p. 300, Pl. 164, fig. 2 *a*, *b*.
(1840). *Hippurites cornu-vaccinum*, Goldfuss. *Loc. cit.*, p. 302, Pl. 165, fig. 1.
(1840). *Hippurites costulatus*, Goldfuss. *Loc. cit.*, p. 302, Pl. 165, fig. 2 *a* (non 2 *b*, *c*, *d*, *e*).
(1840). *Hippurites inæquicostatus*, Goldfuss. *Loc. cit.*, p. 303, Pl. 165, fig. 4.
(1842). *Hippurites gallo-provincialis*, Matheron. *Catalogue*, p. 127, Pl. 9, fig. 1, 2, 3.
(1842). *Hippurites dentata*, Matheron. *Loc. cit.*, p. 127, Pl. 9, fig. 6.
(1842). *Hippurites lata*, Matheron. *Loc. cit.*, p. 128, Pl. 9, fig. 4 et 5.
(1842). *Hippurites radiosa*, Matheron. *Loc. cit.*, p. 125.
(1842). *Hippurites gigantea*, Matheron. *Loc. cit.*, p. 126.
(1847). *Hippurites cornu-vaccinum*, d'Orbigny, *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 162, Pl. 526, 527.
(1849). *Hippurites cornu-vaccinum*, Sæmann. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VI, p. 282.
(1852). *Hippurites cornu-vaccinum*, Bronn et Rœmer, *Lethæa geognost.*, t. II, p. 246, Pl. 31, fig. 2.
(1855). *Hippurites cornu-vaccinum*, Woodward. *Quarterly Journ. of the geol. Society of London*, p. 42, fig. 2, 3, p. 45, fig. 8, Pl. IV, fig. 2.
(1855). *Hippurites arborea*, Lanza. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIII, p. 127, Pl. VIII, fig. 9 (1855).

Syn. (1855). *Hippurites intricata*, Lanza. *Loc. cit.*, p 133, Pl. VIII, fig. 8.

L'*Hippurites cornu-vaccinum* est une coquille de forme très variable ; très souvent cylindrique, elle offre des exemplaires coniques, et plus ou moins élargis. Quelquefois, elle croît infiniment plus vite en diamètre qu'en hauteur, et dans ce cas la coquille ressemble à un cône très ouvert ; dans quelques individus, cette forme patelloïde change brusquement à partir d'une certaine époque du développement, et, le diamètre n'augmentant presque plus, la coquille devient cylindrique ; elle présente alors la réunion des deux formes *patelloïde* et *cylindroïde*. La valve supérieure, plane dans le plus grand nombre des cas, est cependant très convexe dans certains individus.

La valve inférieure est ornée extérieurement de côtes longitudinales, assez régulières, qu'interrompent de distance en distance les lames transverses d'accroissement. La grosseur de ces côtes est extrêmement variable; quand elles sont très grosses, on a la variété dont M. Matheron a fait son *H. dentata* (Pl. IX, fig. 6). Les individus à côtes très fines ont servi de types à l'*H. lata* de Matheron (Pl. IX, fig. 4, 5) et à l'*H. gigantea* de d'Hombres-Firmas (Pl. IV, fig. 1, 2). Souvent enfin, les côtes extérieures s'effacent, tandis qu'au contraire les lames d'accroissement deviennent proportionnellement beaucoup plus marquées. Cette dernière variété a été très bien figurée par Goldfuss (Pl. 164, fig. 2, a, b) sous le nom d'*H. radiosus*, par d'Hombres-Firmas (Pl. IV, fig. 6) sous celui d'*H. Moulinsii*, et enfin elle a servi de type au *Sphærulites bioculata* de M. Des Moulins (Pl V). Malgré ces différences extrêmes dans la grosseur des côtes, la valve inférieure présente toujours trois sillons longitudinaux très profondément creusés sur la surface, et qui déterminent entre eux deux bourrelets saillants. Ces sillons correspondent à l'arête cardinale (A) et aux deux piliers intérieurs (B) et (C). Ils sont beaucoup plus rapprochés que dans aucune autre espèce d'*Hippurite;* la surface comprise entre le sillon (A) et le sillon (C) n'est environ que la septième partie de celle de la valve inférieure. Ce caractère suffirait, à lui seul, pour distinguer l'*H. cornu-vaccinum* de toutes ces espèces d'*Hippurites* qui sont connues jusqu'à présent.

La surface extérieure de la valve supérieure (Pl. XV, fig. 2) est couverte d'une infinité de petits pores, dont le contour est remarquablement frangé. Ces pores communiquent avec des canaux profonds, qui partent du sommet de la valve et vont s'ouvrir sur le pourtour du limbe. Ces canaux sont très irréguliers, surtout au sommet de la coquille. Les deux oscules sont très petits, leur contour est

circulaire, le premier (*b*) est deux fois plus rapproché du bord de la valve que ne l'est le second (*c*). Ces deux oscules existent toujours dans l'*H. cornu-vaccinum*, mais leur petite dimension fait qu'on pourrait être conduit à croire à leur absence, quand on examine une valve supérieure, dont la surface n'a pas été suffisamment bien dépouillée de la gangue qui en obstrue ordinairement les cavités.

Étudions maintenant la structure intérieure de cette coquille. Nous nous servirons, pour cet objet, d'une valve inférieure, que je suis parvenu, après beaucoup de temps et de patience, à dépouiller entièrement de la gangue calcaire, fort dure, qui en remplissait la cavité, et d'un autre exemplaire, scié normalement à l'axe, chez lequel les deux valves étaient parfaitement bien conservées ; ces deux pièces remarquables ont été dessinées avec la plus scrupuleuse exactitude, dans la planche XV, qui accompagne ce mémoire. (Pl. XV, fig. 1 et 3).

L'arête cardinale (A) est fort remarquable par sa grandeur et la saillie qu'elle fait dans l'intérieur de la coquille; chez aucune autre espèce d'Hippurite cette crête ne s'avance aussi loin dans l'intérieur des valves; cette particularité suffirait à elle seule pour faire distinguer l'*H. cornu-vaccinum* des autres espèces d'*Hippurites*. Le *premier pilier* (B), fort rapproché de l'arête cardinale, est arrondi, et à peine saillant dans la coquille, tandis que le second (C) s'y étend au moins aussi loin que l'arête cardinale. Arrondi à son extrémité, ce pilier se rattache au bord cardinal par une base très grêle, circonstance qui rend bien compte de la petitesse du second oscule (*c*, fig. 2) et de sa position dans la valve supérieure. La portion du contour de la cavité interne, comprise entre l'arête cardinale et le second pilier, ne représente qu'un huitième environ de sa circonférence totale. Ce rapport est sensiblement le même dans tous les individus de l'*H. cornu-vaccinum* que j'ai pu examiner, mais il est bien différent dans les autres espèces, tout en restant constant pour chacune d'elles; il suffit, pour s'en convaincre, de jeter un coup d'œil sur la fig. 4 (Pl. XV), qui représente la coupe transversale de l'*H. dilatatus;* dans cette espèce, en effet, l'intervalle qui sépare la base de l'arête cardinale (A) de celle du second pilier (C) représente très exactement le tiers de la circonférence de la cavité intérieure ; la coupe montre aussi que les piliers de l'*H. dilatatus* diffèrent de ceux de l'*H. cornu-vaccinum.*

En face de l'arête cardinale et des piliers, sont les impressions musculaires; la surface qui les porte est très peu inclinée, en sorte que les impressions sont presque dans un plan perpendiculaire à l'axe de la valve. Elles sont très voisines l'une de l'autre, sans cependant se

confondre entre elles ; la première (D) est elliptique, légèrement concave ; ses bords sont un peu relevés ; quelques lignes transverses la divisent en un certain nombre de lobes, qui sont surtout très bien accusés sur le contour extérieur. Cette première empreinte était celle du muscle adducteur antérieur, c'est-à-dire de celui qui avoisine le côté buccal du Mollusque ; la seconde (E), un peu plus ellipsoïdale que l'autre, servait d'attache au muscle adducteur postérieur. On voit donc que dans les Hippurites les deux impressions musculaires ne sont pas placées comme elles le sont chez les *Radiolites* et les *Sphérulites*.

L'intérieur de la valve inférieure de l'*H. cornu-vaccinum* montre en outre une charnière composée de trois fossettes destinées à loger les trois dents cardinales de la valve supérieure, qui se rencontrent également chez toutes les espèces d'*Hippurites*. Ces trois fossettes sont séparées de la grande cavité antérieure (M) par une cloison (mm') dont on peut définir la position de la manière suivante : Elle naît de la partie antérieure (m) du premier pilier (B), s'avance d'abord dans l'intérieur de la cavité (M), en conservant la direction du pilier ; lorsqu'elle est parvenue en face de l'extrémité du second, elle se contourne sur elle-même, se rapproche de l'extrémité de l'arête cardinale, et s'en éloigne aussitôt, pour venir se souder à la surface interne de la cavité (M) au point (m') où les deux impressions musculaires sont voisines l'une de l'autre. Cette cloison représente évidemment la partie antérieure des deux fossettes dentaires des *Sphérulites*. Derrière la cloison sont les trois fossettes cardinales ; la première (*f*) est très profonde, elle loge la première dent cardinale qui est la plus longue et la plus rectiligne des trois. Sa section est ellipsoïdale, et on voit (fig. 3) que la dent (F) y est très étroitement enchassée. La seconde fossette (g) est encore ellipsoïdale, mais plus petite que la première ; enfin la troisième (h) est beaucoup plus grande que les deux autres ; la dent cardinale (H) qu'elle reçoit, beaucoup moins longue que la première (F), est aplatie latéralement, et arrondie à son extrémité libre ; elle est en outre bien plus largement enchassée dans son alvéole que les deux autres.

Les trois fossettes cardinales sont situées dans une direction à peu près parallèle à celle de l'arête cardinale, c'est-à-dire perpendiculairement au bord cardinal lui-même de l'ouverture. Il résulte nécessairement de cette position particulière de l'appareil cardinal, qu'une grande cavité (U) existe en arrière de la charnière ; les parois de cette cavité, qui est quelquefois plus grande que la cavité (M), sont parallèles à l'axe de la valve, d'où il résulte qu'elle est proportionnellement plus profonde que l'autre (M). On ne peut s'empêcher

d'y reconnaître l'équivalent de celle des deux cavités *postéro-dentaires* des *Sphérulites* qui est située du côté antérieur de l'arête cardinale; or, comme dans les *Sphérulites* on remarque que les cavités *postéro-dentaires* sont d'autant plus grandes que l'arête cardinale elle-même est plus saillante dans l'intérieur de la coquille, on concevra facilement pourquoi la cavité postéro-dentaire (U) a pris un pareil développement dans l'*H. cornu-vaccinum.*

La cavité (U) ne se rencontre pas chez toutes les Hippurites; elle manque complétement dans l'*H. dilatatus*, et dans cette dernière espèce la charnière elle-même est dirigée dans un sens diamétralement opposé à celui qu'elle affecte chez l'*H. cornu-vaccinum;* la coupe représentée par la fig. 4 (Pl. XV) rend fort bien compte de cette disposition.

J'ai déjà exposé les raisons qui m'ont conduit à croire que, ni la cavité cardinale (S) des *Radiolites*, ni les cavités postéro-dentaires (U, U) des *Sphérulites* n'ont été destinées à recevoir un ligament; il en était ainsi de la cavité (U) qu'une portion du corps de l'animal a dû occuper dans l'*H. cornu-vaccinum.*

Le limbe de la valve inférieure est couvert de granulations très variables dans leurs formes suivant les individus.

Je n'ai pas encore, jusqu'à ce jour, pu obtenir une valve supérieure de cette espèce, qui montrât tout son appareil cardinal et ses apophyses musculaires en parfait état de conservation ; mais on pourra aisément se rendre compte de la structure de cette valve, en étudiant comparativement, par exemple, la valve inférieure, que nous venons de décrire, avec celle de l'*H. radiosus*, et en cherchant à déduire de cette comparaison, ce que devait être la valve supérieure de l'*H. cornu-vaccinum* d'après celle de la seconde espèce, dont nous avons donné, en 1855, une description complète, accompagnée de plusieurs figures (1).

L'*Hippurites cornu-vaccinum* a été pour la première fois décrit et figuré par M. Charles Des Moulins sous le nom de *Sphærulites bioculata* (p. 115, Pl. V) (2). Le même naturaliste décrivit de nouveau cette coquille sous le nom de *Sphærulites imbricata* (p. 116), et assigne à la valve inférieure les caractères suivants :

« *Valvâ inferiore, basi subplicatâ, postice compressâ et trisulcatâ,* » *sulcis longitudinalibus.* »

---

(1) Bayle, *Observations sur la structure des coquilles des Hippurites* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série (1855), t. XII, p. 779, Pl. XVIII).

(2) Charles Des Moulins, *Essai sur les Sphérulites* (1826).

Cette phrase m'aurait suffi pour reconnaître la valve inférieure d'une *Hippurite*, et non celle d'une *Sphérulite*, car les trois sillons dont elle signale l'existence sont précisément ceux qui correspondent à l'arête cardinale et aux deux piliers. Mais j'ai pu faire davantage, et constater l'identité des *Sphœrulites imbricata* avec l'*Hippurites cornu-vaccinum*, en étudiant dans le musée de Bordeaux le type même de l'espèce de M. Des Moulins.

Le nom spécifique de *bioculata* ayant été déjà donné, dès 1801, par Lamarck, à une autre *Hippurite*, ne devra donc pas être conservé à l'espèce décrite et figurée par M. Des Moulins, mais qui n'est pas le véritable *H. bioculata* de Lamark. Il semblerait juste et naturel alors d'adopter pour désigner cette espèce le nom d'*imbricata* que M. Des Moulins lui avait également imposé en 1826. Mais la description donnée par ce géologue n'étant pas accompagnée d'une figure n'a permis à aucun naturaliste d'y reconnaître l'espèce dont il est question en ce moment; je crois être le premier paléontologiste qui ait vu un *H. cornu-vaccinum* dans le type du *Sphœrulites imbricata*. Si l'on reprenait alors le nom spécifique d'*imbricata*, pour le substituer à celui de *cornu-vaccinum*, sous lequel l'espèce ainsi nommée, dès 1832, par Bronn, mais figurée en 1837 seulement (1), est généralement connue de tous les géologues, on ne ferait, selon moi, qu'un changement beaucoup plus nuisible qu'utile et qui augmenterait la confusion, dans une nomenclature déjà assez obscure. J'adopte donc, sans scrupule, le nom spécifique de *cornu-vaccinum*, bien qu'il n'ait été donné par Bronn qu'en 1832 à une espèce d'*Hippurite* déjà décrite dès 1826, sous les noms de *Sphœrulites bioculata* et *S. imbricata*.

D'Hombres-Firmas (2) a décrit, en 1837, la même coquille sous les noms de *Moulinsii* et de *gigantea*. L'*H. cornu-vaccinum* a été admirablement représenté par Goldfuss (3), sous le nom d'*H. radiosus*, dans les figures 2, a, b, de la Pl. 164 de son bel ouvrage. C'est encore à la même espèce qu'il faut rapporter les *H. inæquicostatus* et *H. costulatus* du même auteur; mais la figure 2 la seule (Pl. 165) de l'*H. costulatus* représente un *cornu-vaccinum;* les figures (2, c, d, e) ne peuvent convenir qu'à l'*H. sulcatus*.

---

(1) Bronn, *Lethæa geognostica*, p. 635, Pl. 31, fig. 2 (1837).

(2) D'Hombres-Firmas, *Recueil de mémoires*, t. IV, p. 181, 198, 200, Pl. IV, fig. 1, 2, 6 (1837).

(3) Goldfuss, *Petrefact. German.*, p. 302, 303, Pl. 164, 165 (1840).

M. Matheron (1), dans son catalogue, a donné la description et des figures des *H. gallo-provincialis*, *dentata* et *lata;* ces trois *Hippurites* sont toutes des *cornu-vaccinum*, ainsi que j'ai pu m'en assurer en étudiant les types eux-mêmes qui ont servi à établir ces espèces, types que notre savant confrère s'est empressé de me communiquer pour mon travail. L'*H. lata* en particulier correspond à une variété à côtes fines, que montre très souvent l'*H. cornu-vaccinum*. L'exemplaire que M. Matheron a fait dessiner dans la planche IX de son ouvrage est écrasé d'avant en arrière, et privé de sa valve supérieure. La figure (5) le représente du côté cardinal, et montre très clairement les trois sillons longitudinaux, très rapprochés, si caractéristiques dans cette espèce. La figure (4) fait voir le même individu du côté de l'ouverture de la valve supérieure; on y voit très bien le premier pilier, et le second, deux fois plus proéminent que l'autre; mais l'arête cardinale n'y est pas entière; elle est tronquée à une très petite distance du bord cardinal; j'ai enlevé à l'aide d'un burin, une partie de la gangue qui entourait cette cavité, et j'ai retrouvé cette arête, rejetée du côté du premier pilier; elle avait tous les caractères qu'elle offre ordinairement dans l'*H. cornu-vaccinum.*

D'Orbigny a consacré les deux planches 526 et 527 de la *Paléontologie française* pour représenter l'*H. cornu-vaccinum*. La figure 2 de la planche 527 ne donne qu'une idée très imparfaite de la structure intérieure de cette coquille. Il est facile, en effet, de reconnaître que le premier pilier est démesurément grand; on a confondu avec lui une portion du bord antérieur de la fossette de la troisième dent cardinale. L'arête cardinale est, au contraire, à peine indiquée; les deux empreintes musculaires confondues l'une avec l'autre se distinguent très difficilement, et d'ailleurs l'auteur lui-même n'en avait pas soupçonné l'existence.

M. Woodward a donné plusieurs figures de cette espèce, dans un intéressant mémoire (2); il en a fait connaître presque tous les caractères essentiels.

C'est encore à l'*H. cornu-vaccinum* que l'on doit rapporter les *H. arborea* et *intricata* de M. Lanza; ces deux dernières espèces ont été décrites et figurées dans le *Bulletin* (3). Je me suis assuré

---

(1) Matheron, *Catalogue méth. et descript. des corps organ. fossiles du dép. des Bouches-du-Rhône*, etc., p. 127, Pl. IX (1842).

(2) *Quarterl. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XI, p. 42, fig. 2, 3, p. 45, fig. 8; Pl. IV, fig. 2 (1845).

(3) Lanza, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIII, p. 127 et 133, Pl. VIII, fig. 8 et 9 (1855).

que ce sont de véritables *H. cornu-vaccinum* d'après l'étude que j'ai pu faire d'une belle suite d'individus, provenant des calcaires blancs des Monts de Verpolie, près de Sibenico, en Dalmatie, qui ont été envoyés à l'École des Mines, par M. Lanza, et au nombre desquels il y avait plusieurs individus des *H. arborea* et *intricata* déterminés par M. Lanza lui-même.

L'*Hippurites cornu-vaccinum* se rencontre à Gourd-de-l'Arche (Dordogne) dans l'assise de la craie inférieure qui est comprise entre les calcaires blancs à *Radiolites lumbricalis* et *cornu-pastoris*, et la craie micacée de Périgueux, dont les premières couches renferment une quantité prodigieuse d'*Ostrea auricularis*, Brongn. (1). La même assise renferme, en outre, les *Sphærulites Sauvagesi* et *radiosus*.

On voit donc que, dans le département de la Dordogne, les couches qui renferment l'*H. cornu-vaccinum* et les autres Rudistes avec lesquels cette espèce est associée forment un horizon plus élevé dans la série des dépôts crétacés du sud-ouest que celui des calcaires où abonde le *Radiolites lumbricalis;* l'horizon de l'*H. cornu-vaccinum* termine, pour moi, l'étage de la craie inférieure.

L'*Hippurites cornu-vaccinum* n'est pas très rare à Bugarach et aux Bains-de-Rennes (Corbières) dans les calcaires où abondent les *Hippurites bioculatus*, *H. organisans*, *H. dilatatus* et le *Sphærulites angeiodes*.

On le rencontre fréquemment à Lavelanet, auprès de Foix (Ariège), avec le *Sphærulites Nouleti*.

A Gatigues, près d'Uzès, dans le département du Gard on le trouve

---

(1) L'*Ostrea auricularis* a été parfaitement décrite et figurée par Al. Brongniart (p. 638, Pl. N, fig. 9, 3e édit., 1835). Le savant auteur de la *Paléontologie française* a donné de son côté le nom d'*Ostrea Matheroniana* à une espèce entièrement différente de celle-ci, et qui occupe dans la craie supérieure un niveau plus élevé; mais il est facile de reconnaître que d'Orbigny a confondu avec son *Ostrea Matheroniana* (*Pal. franç.*, *terr. crétac.*, t. III, p. 737, Pl. 485) la véritable *Ostrea auricularis* de Brongniart. On reconnaît en effet cette dernière espèce dans les figures 5 et 6 de la Pl. 485, tandis que les figures 1, 2, 3, 4 et 7 se rapportent à une autre espèce, pour laquelle on pourra réserver le nom d'*Ostrea Matheroniana*. L'*O. auricularis* est aussi très distincte de l'*O. Pyrenaica*, que M. Leymerie a découverte à Gensac, à Saint-Marcet et à Mauléon, et dont il a donné une description et des figures (p. 194, Pl. X, fig. 4, 5, 6) dans son intéressant mémoire intitulé : *Sur un nouveau type pyrénéen parallèle à la craie proprement dite*, travail qui est inséré dans le tome IV (2e sér.) des *Mémoires de la Soc. géol. de France*, p. 177 (1851).

associé avec les *Sphærulites Sauvagesi*, *S. Requieni* et le *Radiolites canaliculatus.*

Aux Martigues, sur les bords de l'étang de Berre, l'*H. cornu-vaccinum* est très commun. Il y est associé aux mêmes espèces que dans les Corbières. Dans le département du Var, et notamment à la Cadière, à Candelon et au Beausset, on rencontre cette espèce avec les *Hippurites organisans*, *H. dilatatus*, *H. sulcatus*, le *Radiolites excavatus*, ainsi que les *Sphærulites Moulinsi*, *S. angeiodes*, *S. squammosus*, les *Caprina Aguilloni* et *C. Coquandi.*

On trouve aussi l'*H. cornu-vaccinum* dans les Alpes du Salzbourg, à Gozau, avec le *Sphærulites angeiodes* et la *Caprina Aguilloni.* M. Lanza l'a découvert dans les calcaires blancs des Monts de Verpolie, près de Sibenico, en Dalmatie.

M. Albert Gaudry l'a également retrouvé dans les calcaires crétacés de Kaprena, auprès du mont Parnasse, en Grèce, qui renferment, en outre, le *Sphærulites Moulinsi.*

M. Ville, ingénieur en chef des mines de la province d'Alger, a découvert cette espèce dans les calcaires des environs de Boghar (Algérie).

On la retrouve à Amasie, dans l'Asie Mineure, et aux environs d'Oviedo (Espagne).

Cette *Hippurite* est la seule espèce de Rudiste que l'on ait retrouvée dans des localités aussi éloignées les unes des autres. L'horizon qui la renferme est le plus constant que l'on puisse signaler dans le terrain crétacé; je le considère comme formant l'assise la plus élevée de l'étage de la craie inférieure (1); l'étage de la craie supérieure commencerait immédiatement au-dessus de cette assise.

L'exposé que nous venons de faire de la structure intérieure des *Radiolites Bournoni*, *Sphærulites Hœninghausi* et de l'*Hippurites cornu-vaccinum*, nous a montré chez ces trois espèces des caractères que l'on retrouve dans toutes autres appartenant aux mêmes genres. Nous pouvons donc désormais indiquer en peu de mots quels sont les caractères différentiels des trois genres *Radiolites*, *Sphærulites* et *Hippurites*, tels que nous les comprenons aujourd'hui (2).

---

(1) Cette assise pourrait être désignée par le nom de *calcaire à Hippurites.*

(2) Ces trois genres ne renferment pas à eux seuls toutes les espèces de *Rudistes;* il faut encore leur adjoindre le genre *Caprina*, pour comprendre l'ensemble des espèces qui composent ce curieux groupe de mollusques lamellibranches. J'ai également étudié le genre *Caprine*, et mon travail pourra bientôt, je l'espère, être communiqué à la Société.

Ces trois genres se composent de coquilles bivalves, dépourvues de ligament ; chez toutes, la valve supérieure offre une charnière composée de dents très saillantes, tandis que dans l'inférieure il n'y a que des fossettes pour recevoir les dents. Les empreintes des muscles adducteurs, au nombre de deux seulement, sont toujours superficielles dans la valve inférieure ; mais, dans la supérieure, elles sont situées sur de très longues apophyses, placées au-devant de la charnière ; ces caractères se montrent dans les trois genres ; ils sont fondamentaux pour le groupe des Rudistes ; voici maintenant quels sont les caractères différentiels :

Genre *Radiolites.*

Absence complète d'*arête cardinale.*

Charnière formée de *deux* dents cardinales soudées à la valve supérieure par un pédicule commun et très distantes l'une de l'autre à leur extrémité libre, cannelées sur leur face postérieure.

Fossettes cardinales placées de chaque côté, sur les parois de la valve inférieure et *largement ouvertes en avant ;* leur face profonde est cannelée.

La cavité antérieure pour l'animal, communiquant librement entre les deux fossettes avec celle qui correspond au bord cardinal.

Deux muscles adducteurs, dont les impressions sont situées en avant aux deux extrémités de la charnière.

Point de ligament.

Lames externes du test à structure celluleuse, dans l'une et dans l'autre valve.

Genre *Sphærulites.*

Toujours une *arête cardinale.*

Charnière formée de *deux* dents cardinales, soudées à la valve supérieure par un pédicule commun et beaucoup plus rapprochées l'une de l'autre à leur extrémité libre, que ne le sont celles des *Radiolites ;* elles sont toujours cannelées sur leur face postérieure.

Fossettes se réunissant l'une à l'autre, au milieu de la coquille et au droit de l'arête cardinale ; d'où il résulte que, de chaque côté de cette crête en arrière des fossettes, se trouvent deux cavités complétement isolées de la grande loge antérieure destinée à l'animal ; ce sont ces cavités *postéro-dentaires.*

Deux muscles adducteurs, dont les impressions sont placées comme chez les *Radiolites*, c'est-à-dire en avant, aux deux extrémités de la charnière.

Point de ligament.

Lames externes du test à structure celluleuse, dans l'une et l'autre valve.

Genre *Hippurites.*

Une *arête cardinale*, et toujours deux piliers internes.

Charnière composée de *trois* longues dents cardinales ; la première, placée sur le bord antérieur de la coquille, d'un côté de l'arête cardinale, et les deux autres portées par un pédicule commun de l'autre côté de cette crête, c'est-à-dire vers le côté postérieur. Elles sont reçues dans trois fossettes, l'une située sur le côté buccal de la valve inférieure, entre ce côté et l'arête cardinale et les deux autres entre cette crête et le premier pilier.

Deux muscles adducteurs, dont les impressions, très voisines l'une de l'autre, sont constamment situées sur le bord antérieur de la valve inférieure, en regard des deux piliers, et sont portées par une courte apophyse, en forme de fer à cheval, soudée à la valve supérieure en avant de la première dent cardinale qui semble même n'en être que le prolongement.

Les deux valves très inégales ; la supérieure, le plus souvent plane. On y voit *deux oscules* qui correspondent aux extrémités des deux piliers, et sa surface externe est criblée de petits trous qui pénètrent dans des canaux profonds. Ces canaux partent du sommet de la valve et vont s'ouvrir en se bifurquant sur le pourtour du limbe, en dehors du bourrelet saillant produit par les lames de dépôt vitreux qui revêtent la surface interne de la coquille.

La valve inférieure, toujours plus ou moins conique, est dépourvue des canaux qui sont creusés dans l'épaisseur de la supérieure ; elle montre, dans la plupart des espèces, des sillons longitudinaux externes, plus ou moins profondément marqués, qui correspondent à l'arête cardinale et aux deux piliers.

Les trois genres dont nous venons d'indiquer sommairement les caractères fondamentaux sont composés d'un certain nombre d'espèces; mais ce nombre est loin d'être aussi considérable que sembleraient l'indiquer les catalogues d'espèces fossiles publiés jusqu'à ce jour. Mes recherches m'ont conduit, en effet, à supprimer un grand nombre d'espèces qui n'étaient pas établies d'après des caractères suffisants pour en démontrer la valeur ; mais en même temps aussi j'ai dû en créer quelques-unes qui m'ont semblé être nouvelles.

Je vais faire connaître la liste des espèces qui me paraissent devoir être adoptées par les naturalistes, et je saisirai cette occasion de faire

quelques remarques sur la synonymie de plusieurs d'entre elles, ainsi que sur la place qu'elles occupent dans les dépôts de l'époque crétacée (1).

I. Genre *Radiolites.*

Les espèces, jusqu'ici assez peu nombreuses, qui composent ce genre, peuvent être réparties dans plusieurs groupes naturels fondés sur des caractères dont on peut très facilement constater la présence.

Le tableau suivant résume les caractères de ces groupes :

- Espèces dont les valves sont
  - pourvues de deux bandes longitudinales externes. . . . . .
    - lisses. . . .
      - *R. ingens.*
      - *R. fissicostatus.*
      - *R. canaliculatus.*
      - *R. royanus.*
      - *R. angulosus.*
      - *R. lumbricalis.*
      - *R. acuticostatus.*
    - costulées. .
      - *R. cornu-pastoris* .
  - sans bandes externes. . . . . .
    - mais dont la valve inférieure porte deux piliers intérieurs.
      - *R. crateriformis.*
      - *R. Jouanneti.*
    - et sans piliers intérieurs. . .
      - *R. Bournoni.*
      - *R. excavatus.*

Premier groupe. — Espèces dont les valves sont pourvues de deux bandes longitudinales externes, à surface lisse.

1° *Radiolites ingens*, Des Moulins, sp.

Syn. (1826). *Sphærulites ingens,* Des Moulins. *Essai sur les Sphérul.*, p. 122, Pl. X, fig. 3, 3 A.
(1850). *Radiolites ingens*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 260, n° 1001.

On trouve cette espèce dans la craie supérieure de Saint-Mametz et dans le ravin de la Vache-Pendue, vallée de la Couze (Dordogne).

---

(1) Il existe encore d'autres espèces de *Rudistes* publiées par les auteurs, et qui ne figurent pas dans cette liste; telles sont, par exemple, les espèces des terrains crétacés de l'Allemagne que MM. Geinitz et A. Rœmer ont décrites dans leurs ouvrages (*Charakteristik der Schichten und Petrefacten des Sachsischen Kreidegebirges*, par M. Geinitz, et *Die Versteinerungen des Norddeutschen Kreidegebirges*, par M. A. Rœmer). Ces espèces sont jusqu'à présent trop imparfaitement connues, pour que j'aie pu les considérer comme devant être définitivement conservées; quelques-unes d'entre elles ne sont même pas des Rudistes. Telles sont encore quelques autres espèces décrites par d'Hombres-Firmas, d'Orbigny, M. Woodward et M. F. Rœmer. Je n'ai donc pas dû admettre ces espèces dans la liste de celles qui ne me paraissent plus douteuses aujourd'hui.

Elle est constamment associée avec les *Radiolites Jouanneti*, *R. Bournoni*, *Sphærulites Toucasi*, *S. cylindraceus*, *Hippurites radiosus*, *H. Lamarckii*.

2° *Radiolites fissicostatus*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1847). *Biradiolites fissicostata*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 234, Pl. 575, fig. 1, 2, 3, 4.
(1850). *Biradiolites fissicostata*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 260, n° 1004.

Cette espèce se rencontre dans la craie supérieure de Talmont et de Royan (Charente-Inférieure), de La Vallette (Charente), de la rive droite de l'Isle, entre Neuvic et la Salandre (Dordogne). Les couches qui la renferment contiennent en outre les *Radiolites crateriformis*, *R. royanus*, *R. acuticostatus*, *Sphœrulites Hœninghausi*, *S. Sœmanni*, *S. alatus*.

Cette espèce se trouve en outre aux Martigues et dans les environs du Beausset, département du Var; j'ignore quel horizon elle occupe dans ces contrées; mais je suis très porté à croire qu'on doit la rencontrer à un niveau stratigraphiquement plus élevé que celui où l'*Hippurites cornu-vaccinum* abonde, dans ces localités.

3° *Radiolites canaliculatus*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1847). *Biradiolites canaliculata*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 230, Pl. 572.
(1850). *Biradiolites canaliculata*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 200, n° 210.
(1855). *Biradiolites canaliculata*, Woodward. *Quarterl. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XI, p. 51, fig. 19.

Cette espèce est assez rare; on la trouve dans la craie inférieure, aux Martigues (Bouches-du-Rhône) et à Gatigues, près d'Uzès (Gard). Dans cette dernière localité, elle se rencontre dans une assise calcaire, où abondent les *Sphœrulites Sauvagesi*, *S. angeiodes*, *Hippurites organisans*, *H. cornu-vaccinum*.

4° *Radiolites royanus*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1847). *Radiolites royana*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 228, Pl. 571, fig. 1, 2, 3.
(1850). *Radiolites royana*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 260, n° 998.

Cette espèce se rencontre à Royan (Charente-Inférieure), à La Vallette (Charente), dans la craie supérieure, avec le *Sphærulites Hœninghausi*, *S. Sœmanni*, *S. alatus*, *Radiolites fissicostatus*, et *R. acuticostatus*.

5° *Radiolites angulosus*, d'Orbigny.

Syn. (1842). *Radiolites angulosa*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 183.
(1847). *Radiolites angulosa*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t IV, p. 220, Pl. 562, fig. 1, 2, 3, 4.
(1847). *Radiolites irregularis*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, t. IV, p. 221, Pl. 562, fig. 5, 6, 7.
(1847). *Biradiolites quadrata*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 232, Pl. 574, fig. 1 à 6.
(1847). *Biradiolites angulosa*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 233, Pl. 574, fig. 7 à 11.
(1850). *Radiolites angulosa*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 199, n° 200.
(1850). *Radiolites irregularis*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 199, n° 203.
(1850). *Biradiolites quadrata*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 200, n° 211.
(1850). *Biradiolites angulosa*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 200, n° 212.
(1857). *Radiolites angulosus*, Bayle. *Journ. de conchyl.*, t. V, p. 379, Pl. XV.

On trouve cette espèce dans la craie inférieure à Pons (Charente-Inférieure), où elle est associée avec les *Sphærulites ponsianus* et *S. Beaumonti*. On la rencontre encore à la Rochebeaucourt, à Chancelade et aux Pyles (Dordogne), dans les calcaires blancs où abonde le *Radiolites lumbricalis* et où l'on trouve aussi le *Radiolites cornupastoris*.

6° *Radiolites lumbricalis*, d'Orbigny.

Syn. (1842). *Radiolites lumbricalis*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 183.
(1847). *Radiolites lumbricalis*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 214, Pl. 555, fig. 4, 5, 6, 7.
(1850). *Radiolites lumbricalis*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 199, n° 191.

Cette espèce se rencontre avec une profusion véritablement incroyable dans les calcaires blancs que l'on exploite aux environs

d'Angoulême, pour les constructions de cette ville. La pierre que fournissent ces calcaires en est littéralement criblée. A Chancelade, aux Pyles, sur la route de Périgueux à Limoges, cette espèce est accompagnée des *Radiolites angulosus*, *R. cornu-pastoris*, et du *Sphœrulites Beaumonti*.

7° *Radiolites acuticostatus*, d'Orbigny.

Syn. (1842). *Radiolites acuticostata*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 185.
(1842). *Radiolites horrida*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 185.
(1847). *Radiolites acuticostata*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 208, Pl. 550.
(1847). *Radiolites acuticostata*, d'Orb., *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 199, n. 196.

Cette espèce, toujours rare, se rencontre dans la craie supérieure de Royan, avec les *Radiolites fissicostatus*, *R. royanus*, *R. crateriformis*, *Sphœrulites Hœninghausi*, *S. Sœmanni*, *S. alatus*. On la trouve également dans la craie des environs de Barbezieux (Charente), au-dessous de l'horizon de l'*Hippurites radiosus*. Elle a été également rencontrée aux Martigues et au Beausset; mais j'ignore dans quel horizon.

Second groupe. — Espèces dont les valves sont pourvues de deux bandes longitudinales externes, mais costulées (1).

---

(1) Les espèces qui composent le premier et le second groupe, et dont les valves sont pourvues à l'extérieur de deux bandes longitudinales, avaient été considérées par d'Orbigny comme devant constituer un genre particulier, auquel il proposa de donner le nom de *Biradiolites*. L'auteur de la *Paléontologie française* pensait que ces bandes *indiquaient une organisation particulière*, et qu'alors leur présence devait nécessairement conduire à réunir un genre particulier dans les espèces qui en sont pourvues. Malgré cela, d'Orbigny laissa parmi les vraies *Radiolites* le *Radiolites acuticostatus*, dont il eut dû faire un *Biradiolites*, puisque les bandes existent dans cette espèce, et, bien plus, il fit d'une seule *Radiolite quatre espèces* différentes, dont deux, les *Radiolites angulosa*, *R. irregularis*, doivent être sans bandes, puisque ce sont des *Radiolites* pour lui, tandis que les deux autres ne portent les noms de *Biradiolites quadrata* et de *B. angulosa* que parce que leurs valves présentent les deux bandes caractéristiques de ce genre. Or, en réalité, ces quatre Rudistes ont des bandes, et doivent être réunis en une seule espèce. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les planches 562 et 574 de la *Paléontologie française*, pour demeurer convaincu de l'identité de ces quatre types, identité

8° *Radiolites cornu-pastoris*, Des Moulins, sp.

Syn. (1826). *Hippurites cornu-pastoris*, Des Moulins. *Essai sur les Sphérul.*, p. 141, pl. X, fig. 1, 2.
(1847). *Biradiolites cornu-pastoris*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 231, Pl. 573.
(1850). *Biradiolites cornu-pastoris*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 200, n° 209.
(1852). *Biradiolites cornu-pastoris*, Bronn et Rœmer, *Lethæa geognost.*, t. II, p. 259, Pl. 31 *bis*, fig. 6.
(1855). *Radiolites cornu-pastoris*, Bayle. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIII, p. 139, Pl. IX.

On trouve cette espèce dans les calcaires blancs à *Radiolites lum-*

---

que j'ai constatée d'ailleurs par l'examen direct des exemplaires eux-mêmes qui ont été dessinés dans ces planches.

Le genre *Biradiolites* ne doit plus être conservé, car tous les caractères fondamentaux, déduits de l'organisation des coquilles qui le composent, sont les mêmes que ceux que nous présentent les *Radiolites* sans bandes, mais ayant des piliers intérieurs, et les espèces qui n'ont ni bandes ni piliers, telles que les *R. Bournoni* et *excavatus*, par exemple.

Il ne sera pas inutile de rappeler ici que les bandes externes des *Radiolites* occupent constamment la même position sur la surface extérieure de la coquille. L'une d'elles occupe toujours le côté branchial, c'est-à-dire est placée en regard de la charnière, tandis que la seconde, au contraire, est située sur le côté anal, c'est-à-dire entre la première bande et la portion du contour de l'ouverture qui correspond à l'alvéole de la deuxième dent cardinale ; en sorte que dans l'intérieur de la coquille l'empreinte du muscle postérieur ou anal s'étale sur la paroi qui porte extérieurement la seconde bande. Les deux piliers internes du *Radiolites crateriformis* occupent dans la cavité de la valve inférieure de cette espèce une position complétement identique avec celle des bandes externes du *Radiolites cornu-pastoris*.

Les deux bandes externes de cette dernière coquille sont remplacées, chez plusieurs espèces de *Sphérulites*, par deux sinus longitudinaux qui occupent exactement la même position sur les côtés branchial et anal des valves. Ces sinus manquent chez quelques autres espèces. Si le genre *Biradiolite* devait être conservé, il faudrait de toute nécessité créer un genre *Bisphærulites*, pour y placer les Sphérulites qui ont les deux sinus; mais il faudrait en créer un troisième pour le *Sphærulites triangularis*, espèce chez laquelle les sinus manquent, mais où une bande occupe, sur le côté anal de la coquille, la place du second sinus. Ces observations n'ont d'autre but que celui de faire mieux saisir toute l'importance des caractères sur lesquels les genres *Radiolites* et *Sphærulites* me semblent devoir être définitivement fondés.

bricalis des Pyles, de Chancelade et de la Rochebeaucourt (Dordogne).

D'Orbigny l'indique à Troyes (Aube), à Sainte-Cérotte (Sarthe).

M. Triger l'a découverte à Château-du-Loir (Sarthe), dans la craie inférieure à *Terebratula Bourgeoisi*, c'est-à-dire au-dessus de l'horizon des *Ammonites papalis* et *Deveriæ*, et au-dessous de celui de l'*Ostrea auricularis*, avec lequel commence, dans le bassin de la Loire, dans le sud-ouest de la France et dans la Provence, l'étage de la craie supérieure.

Troisième groupe. — Espèces sans bandes externes, mais dont la valve inférieure porte deux piliers internes.

9° *Radiolites crateriformis*, Des Moulins, sp.

Syn. (1826). *Sphærulites crateriformis*, Des Moulins. *Essai sur les Sphérul.*, p. 94. Pl. I et II.
(1836). *Sphærulites crateriformis*, Deshayes in Lamarck. *Hist. natur. des anim. sans vertèb.*, 2e édit., t. VII, p. 290.
(1847). *Radiolites crateriformis*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 222, Pl. 563.
(1850). *Radiolites crateriformis*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 260, n. 993.
(1852). *Radiolites crateriformis*, Bronn et Rœmer. *Lethæa geognost.*, t. II, p. 258.

Cette espèce se rencontre dans la craie supérieure de Royan avec les *Sphærulites Hœninghausi*, *S. alatus*, *S. Sœmanni*, les *Radiolites fissicostatus*, *R. royanus*, *R. acuticostatus*.

10° *Radiolites Jouanneti*, Des Moulins, sp.

Syn. (1826). *Sphærulites Jouannetii*, Des Moulins. *Essai sur les Sphérul.*, p. 99, Pl. III, fig. 1, 2.
(1836). *Sphærulites Jouanneti*, Deshayes in Lamarck. *Hist. nat. des anim. sans vertèb.*, 2e édit., t. VII, p. 291.
(1847). *Radiolites Jouanneti*, d'Orbigny. *Paléont. franç.. terr. crétac.*, t. IV, p. 223, Pl. 564, fig. 1, 2.
(1850). *Radiolites Jouanneti*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 260, n° 999.
(1855). *Radiolites Jouanneti*, Bayle. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIII, p. 102, Pl. VI.

On trouve cette espèce dans la craie la plus supérieure du sud-ouest, à Lanquais, dans le ravin de la Vache-Pendue, à Saint-Mametz, à Neuvic (Dordogne), au Maine-Roi et à Lamérac (Charente);

à Saint-Mametz et à Lanquais, elle est associée avec les *Radiolites ingens*, *R. Bournoni*, *Sphærulites Toucasi*, *S. cylindraceus*, *Hippurites radiosus;* au Maine-Roi et à Lamérac, avec l'*Hippurites radiosus.*

Quatrième groupe. — Espèces dont les valves sont sans bandes externes et sans piliers intérieurs.

11° *Radiolites Bournoni*, Des Moulins, sp.

Syn. (Voyez plus haut p. 648).

Cette espèce se trouve dans les assises les plus élevées de la craie du sud-ouest, à la partie supérieure des falaises de Royan et de Talmont (Charente-Inférieure), à Lanquais, à Saint-Mametz (Dordogne). Dans cette dernière localité, on rencontre avec elle les *Sphærulites cylindraceus*, *S. Toucasi*, *Radiolites ingens*, *R. Jouanneti*, *Hippurites radiosus.*

12° *Radiolites excavatus*, D'Orbigny.

Syn. (1842). *Radiolites excavata*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 185.
(1847). *Radiolites excavata*, d'Orbigny. *Paléont franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 215, Pl. 556.
(1850). *Radiolites excavata*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 199, n° 197.

On trouve cette espèce au Beausset et aux Martigues, dans les couches à *Hippurites organisans* et *cornu-vaccinum.* L'École des mines en possède plusieurs exemplaires provenant des environs du Beausset, et qui sont soudés par une portion de leur valve inférieure à des groupes d'*Hippurites organisans.*

II. Genre *Sphærulites.*

Les espèces de *Sphérulites* sont plus nombreuses que celles du genre *Radiolites;* leurs formes sont également beaucoup plus variées; les caractères qui permettent de les distinguer les unes des autres sont beaucoup plus difficiles à saisir que ceux qui servent à déterminer les *Radiolites.*

On peut, pour en faciliter l'étude, réunir les *Sphérulites* en un certain nombre de groupes, pour la plupart assez artificiels, mais qui aident cependant à classer les espèces; les caractères de ces groupes d'espèces sont sommairement indiqués dans le tableau suivant :

- Espèces à lames externes lisses.
  - sans sinus. . . .
    - avec un sillon externe correspondant à l'arête cardinale. . . . . *S. polyconilites.*
    - avec une bande externe. . . . . *S. triangularis.*
  - avec sinus. . . .
    - Sinus très développés. . . . . *S. Toncasi.* *S. Moulinsi.* *S. sinuatus.* *S. Paillettei*
    - Sinus peu développés.
      - Coquille ailée. . . . *S. alatus,*
      - Coquille aplatie d'un côté. . . . . *S. Hœninghausi.* *S. Martinii.*
      - Coquille à peu près circulaire. . . . . *S. Coquandi.* *S. foliaceus.* *S. cylindraceus.* *S. Fleuriausi.* *S. Sœmanni.*
- Espèces à lames externes ondulées.
  - sinus différents du reste de la coquille.
    - Sinus formant 2 bandes plissées.. *S. Sharpei.*
    - Sinus formant 2 bandes lisses. . . *S. angeiodes.* *S. Sauvagesi.* *S. lusitanicus.* *S. radiosus.* *S. ponsianus.* *S. Beaumonti*
  - Sinus se confondant avec l'ornementation. . . . . *S. Nonleti,* *S. squammosus.*

Premier groupe. — Espèces à lames externes lisses, sans sinus.

1° *Sphærulites polyconilites*, d'Orbigny.

Syn. (1842). *Radiolites polyconilites*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 181.

(1847). *Radiolites polyconilites*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 203, Pl. 547.

Cette espèce se rencontre fréquemment à l'île d'Aix, à l'île Madame, à la pointe de Fourras (Charente-Inférieure), à Angoulême et à Saint-Trojan, près de Cognac. Elle y est constamment associée avec les *Sphærulites foliaceus*, *S. Fleuriausi*, *S. triangularis*, *Caprina adversa*, *C. costata*, *C. striata* et *C. triangularis*.

Ces espèces forment le premier horizon de Rudistes que l'on rencontre dans les dépôts crétacés du sud-ouest de la France.

Les assises de la craie inférieure, qui renferment ces Rudistes, dans le sud-ouest, correspondent aux sables crétacés du département de la Sarthe, que l'on désigne habituellement sous les noms de *grès verts du Mans;* mais elles sont incontestablement plus récentes que la craie glauconieuse de Brongniart, qui est caractérisée par les *Ammonites rothomagensis*, *A. varians*, *Turrilites costatus*, *Scaphites æqualis*, *Holaster subglobosus*, etc. Dans la Sarthe, en effet, la craie glauconieuse, définie par les fossiles que nous venons de citer, et qu'on y rencontre toujours, est incontestablement séparée de la craie tuffeau, à la base de laquelle abonde l'*Inoceramus mytiloides*, par toute l'épaisseur du grès vert du Mans, dont les marnes sableuses à *Ostrea biauriculata*, *O. plicata*, forment le niveau supérieur. Or, dans le

sud-ouest, on n'a pas encore trouvé une seule assise renfermant l'une des espèces habituelles de la craie glauconieuse de Brongniart, tandis que le terrain crétacé y commence toujours par des couches sableuses et calcaires, terminées à leur partie supérieure par des bancs où abondent les *Ostrea biauriculata*, *O. plicata*, *O. colomba ;* les premiers dépôts crétacés du sud-ouest ne sont donc que les équivalents des grès verts du Mans, et la *craie glauconieuse* de Brongniart manque entièrement dans cette région de la France.

2° *Sphærulites triangularis*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1842). *Radiolites triangularis*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 181.
(1847). *Radiolites triangularis*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 202, Pl. 546.
(1850). *Radiolites triangularis*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 174, n 566.

On trouve cette espèce à l'île d'Aix, à l'île Madame, à Fourras (Charente-Inférieure), à Angoulême; dans la craie inférieure, elle est toujours associée avec les *Sphærulites foliaceus*, *S. polyconilites*, *S. Fleuriausi*, *Caprina adversa*, *C. striata*, *C. costata*, *C. triangularis*.

Second groupe. — Espèces à lames externes lisses, mais ayant des sinus.

3° *Sphærulites Toucasi*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1847). *Radiolites Toucasiana*, d'Orbigny. *Paléont. franc., terr. crétac.*, t. IV, p. 216, Pl. 557.
(1850). *Radiolites Toucasiana*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 200, n° 204.

Cette espèce n'est pas rare dans la craie supérieure de Saint-Mametz (Dordogne). Elle y est associée avec les *Sphærulites cylindraceus*, *Radiolites ingens*, *R. Bournoni*, *R. Jouanneti*, *Hippurites radiosus*. C'est l'horizon qui contient les dernières espèces de Rudistes que l'on trouve dans les dépôts crétacés. Elle m'a été également envoyée par M. Toucas, des environs du Beausset, où elle est assez commune. J'ignore entièrement quelle est la position géologique de l'assise qui la renferme; mais je suis très porté à croire que dans les environs du Beausset, il pourrait bien y avoir plusieurs horizons de Rudistes. S'il en était autrement, et si par conséquent le *Radiolites Toucasi* se rencontrait au Beausset, dans les mêmes couches que l'*Hippurites cornu-vaccinum*, cette

espèce caractériserait alors deux étages de la craie ; les géologues qui étudieront avec détail la relation des diverses assises de la craie, dans la contrée, pourront seuls résoudre ce problème intéressant. Dans tous les cas, cependant, il est certain que les individus du *S. Toucasi* provenant du Beausset, et ceux que l'on trouve à Saint-Mametz, ne peuvent appartenir qu'à une seule et même espèce.

4° *Sphærulites Moulinsi*, Matheron, sp.

Syn. (1842). *Radiolites Desmouliniana*, Matheron. *Catalogue*, p. 122, Pl. VIII, fig. 1, 2, 3, 4, 5.
(1847). *Radiolites Desmouliniana*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 209, Pl. 551, fig. 1 (*Exclus*, fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7).

On trouve cette espèce au Beausset, à la Cadière, aux Martigues, à Mazaugues, à Auriol, dans les quartiers de Roussargues et de Pinchinier; les couches qui la renferment contiennent en outre les *Hippurites cornu-vaccinum, H. organisans, H. dilatatus, Sphærulites angeiodes, Radiolites excavatus, Caprina Aguilloni*, etc.

M. Albert Gaudry a rapporté la même espèce de Kaprena, près du mont Parnasse (Grèce) ; elle se trouve dans des calcaires argileux rougeâtres où abonde l'*Hippurites cornu-vaccinum*.

Le *Sphærulites Moulinsi* a été, pour la première fois, décrit et figuré par M. Matheron (Catal., pl. 8, p. 122). D'Orbigny, à son tour, a employé toute la planche 551 de la paléontologie française pour représenter plusieurs Rudistes qui, d'après lui, devaient être des *S. Moulinsi*. Or, la figure 1 seule se rapporte à cette dernière espèce, et encore cette figure a-t-elle été dessinée d'une manière fort inexacte. J'ai vu l'exemplaire qui a servi à la faire; c'est un grand individu du *S. Moulinsi*, provenant des Martigues, et dont la valve supérieure est complétement altérée ; cependant l'auteur de la *Paléontologie française* n'en a pas moins fait dessiner cette valve, en lui donnant une forme aplatie et un sommet central, caractères qu'elle n'offre jamais dans cette espèce. La valve supérieure du *S. Moulinsi*, en effet, est toujours plus ou moins convexe, son sommet est rejeté en arrière vers le bord cardinal, et les lames externes y dessinent des ondulations qui correspondent aux sinus de la valve inférieure. Tous ces caractères sont représentés de la manière la plus exacte dans la figure 2 de la planche 8 de M. Matheron. Il résulte de ces observations, que la planche 551 de la *Paléontologie française* donne l'idée la plus fausse du *S. Moulinsi*, et qu'elle ne devra plus

être consultée désormais par les géologues qui voudront connaître cette espèce de Sphérulite.

5° *Sphærulites sinuatus*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1847). *Radiolites sinuata*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 227, Pl. 570, fig. 1, 2, 3, 4 (*Exclus*, fig. 5).

Cette espèce se rencontre aux Martigues et dans les environs du Beausset; mais j'ignore encore aujourd'hui si elle fait partie de l'horizon de l'*H. cornu-vaccinum.*

Cette espèce curieuse, fort remarquable par l'épanouissement des lames externes, du côté cardinal, a été pour la première fois décrite par d'Orbigny; la planche 570 de la *Paléontologie française* en représente très exactement plusieurs individus; il faut cependant en excepter la figure 5, qui appartient à une espèce chez laquelle le côté cardinal n'est jamais aplati, comme il est dans le *S. sinuatus*, et qui diffère encore de cette dernière espèce par plusieurs autres caractères. J'appelle cette Sphérulite *S. Coquandi.*

6° *Sphærulites Paillettei*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1842). *Radiolites Pailletteana*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 184.
(1847). *Radiolites Pailletteana*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 217, Pl. 558.
(1850). *Radiolites Pailletteana*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.* t. II, p. 199, n 195

Cette espèce se rencontre d'après d'Orbigny, aux bains de Rennes, au-dessus de la source salée. Appartient-elle à l'horizon de l'*Hippurites bioculatus*, ou bien à une autre assise du terrain crétacé, c'est ce que j'ignore.

7° *Sphærulites alatus*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1842). *Radiolites alata*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 188.
(1847). *Radiolites alata*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 226, Pl. 569.
(1850). *Radiolites alata*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 260, n° 996.

On trouve le *S. alatus* dans la craie supérieure de Royan et de

Sourzac, associé aux *Sphærulites Hœninghausi*, *S. Sœmanni*, *Radiolites crateriformis*, *R. fissicostatus*, *R. royanus*.

8° *Sphærulites Hœninghausi*, Des Moulins.

Syn. (Voy. plus haut p. 657).

Le *S. Hœninghausi* est très commun dans la craie supérieure de Royan, de Saint-Georges de Didonne, à l'embouchure de la Gironde. Les couches qui le renferment contiennent en outre les *Sphærulites alatus*, *S. Sœmanni*, *Radiolites crateriformis*, *R. fissicostatus*, *R. royanus*.

On le trouve dans un grand nombre de localités des départements de la Charente et de la Charente-Inférieure, dans celui de la Dordogne, notamment à Sourzac, à Neuvic, à Mussidan et à Ribérac; à Saint-Mametz, on le rencontre dans les calcaires blancs, qui forment le fond de la vallée, tandis que les plateaux environnants sont couronnés par des calcaires jaunâtres friables, où abondent les *Radiolites Bournoni*, *Sphærulites cylindraceus*. L'horizon du *S. Hœninghausi* est donc inférieur à celui du *S. cylindraceus*.

9° *Sphærulites Martini*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1842). *Radiolites Martiniana*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 183.
(1847). *Radiolites Martiniana*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 218, Pl. 559, fig. 1, 2.

Cette espèce encore fort rare provient des Martigues. Il est probable qu'elle se trouve dans la craie inférieure, au même niveau que l'*H. cornu-vaccinum;* je n'en suis pas sûr cependant.

10° *Sphærulites Coquandi*, Bayle.

Syn. (1847). *Radiolites sinuata*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 227, Pl. 570, fig. 5 (*Exclus*, fig. 1, 2, 3, 4).

M. Coquand a découvert cette espèce à La Vallette, à Édon, à Plassac (Charente), à la base de la craie supérieure un peu au-dessus des bancs où abonde l'*Ostrea auricularis* (type) de Brongniart. C'est le premier niveau de Rudistes que l'on rencontre dans cet étage; l'horizon de l'*Hippurites cornu-vaccinum*, qui termine celui de la craie inférieure, est par conséquent au-dessous du niveau du *Sphærulites Coquandi*.

On trouve aussi cette espèce au Beausset. La figure 5 de la planche 570 de la *Paléontologie française* en représente un individu vu par le sommet de la valve inférieure, et qui provient du Beausset.

11° *Sphærulites foliaceus*, Lamarck.

Syn. (1780). Favanne. *Conchyl.*, *ou Hist. nat. des coquilles*, pl. LXVII, fig. B. 1, 2, 3, 4.
(1782). *Acardo*, Bruguière. *Encyclop. méthod. Vers.*, t. I, Pl. 172, fig. 7, 8, 9.
(1805). La *Sphérulite Delamétherie*, Lamarck. *Journ. de phys.*, t. LXI, p. 396, Pl. 57. fig. 12.
(1819). *Sphærulites foliacea*, Lamarck. *Hist. nat. des anim. sans vertèb.*, t. VI, p. 232.
(1825). *Sphærulites agariciformis*, Blainville. *Man. de Malacol.*, p. 516.
(1825). *Sphærulites foliacea*, Blainville. *Loc. cit.*, Pl. 57, fig. 1 *a*, *b*, *c*.
(1826). *Sphærulites agariciformis*, Blainville. *Dict. des sc. nat.*, t. XXXII, p. 305.
(1826). *Sphærulites foliacea*, Des Moulins. *Essai sur les Sphérul.*, p. 103.
(1837). *Sphærulites agariciformis*, Bronn. *Lethæa geognost.*, p. 630, Pl. 31, fig. 6.
(1840) *Hippurites agariciformis*, Goldfuss. *Petrefact. Germ.*, p. 300, Pl. 164, fig. 1 *a*, *b* (*Exclus*, fig. 1 *c*).
(1847). *Radiolites agariciformis*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 200, Pl. 544, 545.
(1850). *Radiolites agariciformis*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 173, n° 565.
(1852). *Radiolites agariciformis*, Bronn et Rœmer. *Lethæa geognost.*, t. II, p. 258, Pl. 31, fig. 6.
(1855). *Sphærulites foliaceus*, Bayle. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIII, p. 71, Pl. I.

Cette espèce se rencontre fréquemment à l'île d'Aix, à l'île Madame, à la pointe de Fourras et à Pons (dans le fond de la vallée) (Charente-Inférieure), à Angoulême et à Saint-Trojan, près de Cognac ; elle est constamment associée avec les *Sphærulites Fleuriausi*, *S. polyconilites*, *S. triangularis*, *Caprina adversa*, *C. triangularis*, *C. striata*, *C. costata*. Ces espèces forment le plus ancien horizon de Rudistes que l'on trouve dans la craie inférieure du sud-ouest.

M. Leymerie a tout récemment découvert le *Sphærulites foliaceus*, ainsi que la *Caprina adversa*, dans les *calcaires à Dicérates* des

eaux chaudes et de Sarre (Basses-Pyrénées). Cette découverte, fort intéressante, démontre que le calcaire à Dicérates de Dufrénoy est l'équivalent, dans la chaîne des Pyrénées, des couches les plus anciennes de la craie inférieure du sud-ouest, lesquelles sont caractérisées par les *Sphærulites foliaceus*, *Caprina adversa*, etc., c'est-à-dire, des sables crétacés du Maine, dont la superposition aux couches de la craie glauconieuse à *Ammonites varians*, *Turrilites costatus*, ne peut plus être désormais contestée par les géologues, et que, par conséquent, ils sont séparés, non-seulement par les couches crayeuses à *Ammonites varians*, mais encore par les dépôts de l'époque du gault, des *calcaires à Dicérates* de la Provence et du Dauphiné, dans lesquels la *Chama ammonia* remplace la *Caprina adversa* des *calcaires à Dicérates* pyrénéens. Les calcaires à *Chama ammonia* sont placés, comme on le sait, à la partie supérieure de l'étage Néocomien.

12° *Sphærulites cylindraceus*, Des Moulins.

Syn. (1826). *Sphærulites cylindraceus*, Des Moulins. *Essai sur les Sphérul.*, p. 107, Pl. IV, fig. 1, 2, 3.
(1849). *Sphærulites cylindraceus*, Sæmann. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. VI, p. 280.
(1850). *Radiolites cylindracea*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 260, n° 1000.
(1855). *Radiolites cylindracea*, Woodward. *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XI, p. 45, fig. 9, Pl. IV, fig. 1.
(1855). *Radiolites mamillaris*, Woodward. *Loc. cit.*, p. 46, fig. 10, 11, et p. 48, fig. 13, 14.

Cette espèce abonde dans la craie supérieure à Cendrieux, à Lanquais et à Saint-Mametz (Dordogne); elle y accompagne les *Sphærulites Toucasi*, *Radiolites ingens*, *R. Bournoni*, *R. Jouanneti*, ainsi que l'*Hippurites radiosus*.

13° *Sphærulites Fleuriausi*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1842). *Radiolites Fleuriausa*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 181.
(1842). *Radiolites lamellosa*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, t. XVII, p. 181.
(1847). *Radiolites Fleuriausa*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV. p. 204, Pl. 548.
(1850). *Radiolites Fleuriausa*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 174, n° 568.

Cette espèce est assez commune à l'Ile-d'Aix, à la pointe de

Fourras (Charente-Inférieure), à Angoulême et au Mans, dans la craie inférieure. Les assises qui la renferment contiennent les *Sphærulites foliaceus*, *S. triangularis*, *S. polyconilites*, *Caprina adversa*, *C. triangularis*, *C. striata*, *C. costata*.

14° *Sphærulites Sæmanni*, Bayle (1).

Cette espèce n'est pas rare à Royan (Charente-Inférieure), à Sourzac (Dordogne). Elle appartient au même horizon que le *S. Hœninghausi*.

Troisième groupe. — Espèces à lames externes ondulées, dont les valves sont pourvues de deux sinus, toujours distincts, formant deux bandes plissées dans la première espèce du groupe, mais deux bandes lisses dans toutes les autres.

15° *Sphærulites Sharpei*, Bayle.

Cette espèce a été découverte dans les calcaires marneux jaunâtres crétacés de la vallée d'Alcantara, près de Lisbonne (Portugal). Les couches qui la renferment contiennent en outre le *Sphærulites lusitanicus*, et beaucoup d'autres fossiles que M. Sharpe a décrits et figurés dans un mémoire fort intéressant (2).

Sphærulites angeiodes, Picot de Lapeirouse, sp.

Syn. (1781). *Ostracite angéiode*, Picot de Lapeirouse, *Descript. de plus. esp. d'Orthocér.*, p. 41 et 43, Pl. XII, fig. 1, 2, 3, 4, 5, Pl. XIII, fig. 1, 2, 3 A.
(1782). *Acardo*, Bruguière, *Encyclop. méthod. Vers*, Pl. 172, fig. 1 à 6.
(1801). *Radiolites angeiodes*, Lamarck, *Syst. des anim. sans vertèb.*, p. 130.
(1811). *Radiolites*, Parkinson. *Organ. remains*, p. 206, t. III, Pl. 16, fig. 1.
(1819). *Radiolites rotularis*, Lamarck. *Hist. nat. des anim. sans vertèb.*, t. VI, p. 233, n° 1.
(1819). *Radiolites ventricosa*, Lamarck. *Loc. cit.*, t. VI, p. 233, n° 3.

---

(1) La description de cette espèce qui est nouvelle, et de plusieurs autres également mentionnées dans ce mémoire, sera donnée dans un ouvrage spécial sur les *Rudistes*, que je me propose de publier prochainement.

(2) Sharpe, *On the secondary District of Portugal which lies on the North of the Tagus*. Mémoire qui a paru dans le tome VI du *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, p. 135 (1849).

Syn. (1824). *Radiolites rotularis*, de Blainville. *Dict. des sc. nat.*, t. XXXII, p. 305.
(1825). *Radiolites turbinata*, de Blainville. *Man. de Malacol.*, p. 517, Pl. 58, fig. 3, 3 *a*, 3 *b*.
(1826). *Sphærulites rotularis*, Des Moulins. *Essai sur les Sphérul.*, p. 111.
(1826). *Sphærulites turbinata*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 112.
(1826). *Sphærulites ventricosa*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 112.
(1826). *Sphærulites cristata*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 115.
(1841). *Sphærulites ventricosa*, Rolland du Roquan. *Descript. des Radistes*, etc., p. 61, Pl. VIII.
(1842). *Radiolites elegans*, Matheron. *Catalogue*, p. 120.
(1842). *Radiolites gallo-provincialis*, Matheron. *Loc. cit.*, p. 121, Pl. VII, fig. 3.
(1842). *Radiolites Lamarckii*, Matheron. *Loc. cit.*, p. 121, Pl. VII, fig. 4, 5.
(1842). *Radiolites mamillaris*, Matheron. *Loc. cit.*, p. 122, Pl. VII, fig. 6, 7.
(1847). *Radiolites angeiodes*, d'Orbigny. *Paléont. franc.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 206, Pl. 549.
(1847). *Radiolites mamillaris*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, t. IV, p. 218, Pl. 560, fig. 1, 2, 3, 5, 6 (*Exclus*, fig. 4).
(1850). *Radiolites angeiodes*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 199, n° 194.
(1850). *Radiolites mamillaris*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, t. II, p. 199, n° 199.
(1855). *Radiolites turbinata*, Lanza. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIII, p. 132, Pl. VIII, fig. 1, 2, 3, 4.

Cette espèce est très commune aux Bains-de-Rennes (Corbières), au Beausset (Var) et aux Martigues (Bouches-du-Rhône) dans l'assise la plus élevée de la craie inférieure ; elle est constamment associée avec les *Hippurites cornu-vaccinum*, *H. organisans*, *H. dilatatus*, *H. sulcatus*, *H. bioculatus*, *Caprina Aguilloni*.

M. Lanza l'a découverte à Zara (Dalmatie) dans des calcaires blancs, où abonde l'*Hippurites cornu-vaccinum*.

On la rencontre également à Gozau, avec l'*Hippurites cornu-vaccinum* et la *Caprina Aguilloni*.

On la trouve encore à Gatigues près d'Uzès (Gard) associée avec le *Sphærulites Sauvagesi*, *Hippurites cornu-vaccinum*, *H. organisans* et *Radiolites canaliculatus*. Le *Sphærulites angeiodes* a été parfaitement représenté dans l'ouvrage de Picot de Lapeirouse. Il est peu d'espèces de *Sphérulites* qui aient reçu autant de noms spécifiques. J'ai comparé entre eux plusieurs milliers d'exemplaires de cette espèce, et je suis arrivé, en étudiant la charnière et la forme

des sinus extérieurs, à rester convaincu de l'identité spécifique des *S. angeiodes*, *ventricosa*, *rotularis*, *elegans*, *gallo-provincialis*, *Lamarckii* et *mamillaris*. Le *S. mamillaris* en particulier n'est qu'une variété dont les lames sont ornées de côtes un peu plus larges que dans les *S. angeiodes* où ces côtes sont très aiguës, mais qui passe à ce dernier type par tous les intermédiaires imaginables.

17° *Sphærulites Sauvagesi*, d'Hombres-Firmas, sp.

Syn. (1837). *Hippurites Sauvagesii*, d'Hombres-Firmas, *Recueil de mém.*, t. IV, p. 176 et 193, Pl. III, fig. 1 à 8.
(1847). *Radiolites Sauvagesii*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 211, Pl. 553, fig 5, 6 (*Exclus*, fig. 1, 2, 3, 4, 7, 8).
(1847). *Radiolites radiosa*, d'Orbigny. *Paléont., loc. cit.*, t. IV, p. 212, Pl. 554, fig. 4 (*Exclus*, fig. 1, 2, 3, 5, 6, 7).
(1847). *Radiolites socialis*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, t. IV, p. 213, Pl. 555, fig. 1, 2, 3.

Cette espèce est extrêmement commune à Sautadet et à Gatigues auprès d'Uzès (Gard). On trouve avec elle les *Hippurites cornu-vaccinum*, *H. organisans*, *Sphærulites angeiodes* et *Radiolites canaliculatus*.

Elle se rencontre aussi aux environs d'Angoulême et à Chancelade (Dordogne) dans des calcaires superposés aux assises à *Radiolites lumbricalis*, mais qui sont inférieurs aux bancs de craie où abonde l'*Ostrea auricularis* (type). Le *Sphærulites radiosus* et l'*Hippurites cornu-vaccinum* se montrent au même niveau.

Le *Sphærulites Sauvagesi* a été décrit et figuré d'une manière très reconnaissable par d'Hombres-Firmas, en 1857.

D'Orbigny a fort bien représenté un individu adulte de cette espèce dans les figures 5 et 6 de la planche 553 de son grand ouvrage; mais les autres figures de la même planche se rapportent à une tout autre espèce, le *S. ponsianus*. Sous le nom spécifique de *socialis*, d'Orbigny a décrit (p. 213) et figuré (pl. 555, fig. 1, 2, 3) un groupe d'individus qui ne sont incontestablement que de jeunes *S. Sauvagesi*. Enfin la figure 4 de la planche 554; est attribuée à tort à un *S. radiosus;* elle a été dessinée avec un exemplaire du *S. Sauvagesi* provenant des environs d'Alais, département du Gard.

18° *Sphærulites lusitanicus*, Bayle.

On trouve cette espèce fort remarquable dans le terrain crétacé

de la vallée d'Alcantara, près de Lisbonne, en Portugal; elle s'y rencontre avec le *Sphærulites Sharpei*.

19° *Sphærulites radiosus*, d'Orbigny, sp.

Syn. (1847). *Radiolites radiosa*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 212, Pl. 554, fig. 1, 2, 3 (*Exclus*, fig. 4, 5, 6, 7).

Cette espèce se rencontre aux environs d'Angoulême et à Chancelade (Dordogne) dans les assises de la craie inférieure, situées au-dessus de l'horizon des *Radiolites lumbricalis* et *R. cornu-pastoris*. Elle a été décrite pour la première fois par d'Orbigny et figurée dans la pl. 555 de la *Paléontologie française*. J'ai constaté, en examinant dans la collection de d'Orbigny les types qui ont été dessinés, que les fig. 1, 2, 3 seules représentent le *S. radiosus*. La figure 4 a été exécutée d'après un exemplaire du *Sphærulites Sauvagesi* (type) provenant des environs d'Alais (Gard), exemplaire écrasé d'avant en arrière, mais dont le dessinateur a su rétablir le contour, sans restaurer en même temps le moule intérieur, circonstance qui rend compte d'une particularité singulière qu'offre la figure 4, c'est-à-dire celle de représenter une coquille parfaitement bien conservée, mais dont la cavité intérieure est occupée par un moule qui est écrasé d'avant en arrière, sans cesser toutefois de la remplir tout entière ; la nature ne présente jamais une combinaison aussi étrange.

Les figures 5, 6 et 7 de la même planche, très exactement copiées sur des individus provenant de Pons, représentent une espèce nouvelle beaucoup plus voisine du *S. ponsianus* que du *S. radiosus*. J'appelle cette nouvelle espèce *S. Beaumonti*.

20° *Sphærulites ponsianus*, d'Archiac.

Syn. (1835). *Sphærulites ponsiana*, d'Archiac. *Mém. de la Soc. géol. de France*, t. II, p. 182, Pl. XI, fig. 6.
(1847). *Radiolites ponsiana*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 210, Pl. 552.
(1847). *Radiolites Desmouliniana*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 209, Pl. 551, fig. 2, 3, 4 (*Exclus*, fig. 1, 5, 6, 7).
(1847). *Radiolites Sauvagesii*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 211, Pl. 553, fig. 1, 2, 3, 4, 7, 8 (*Exclus*, fig. 5, 6).

Cette espèce est très abondante dans la craie inférieure de Pons (Charente-Inférieure); elle y est associée avec le *Radiolites angulosus*.

Le *S. ponsianus* décrit et figuré pour la première fois, en 1835, par M. d'Archiac, a été figuré de nouveau par d'Orbigny; la planche 552 de la *Paléontologie française* représente très convenament cette espèce. Mais quelques-unes des variétés assez nombreuses qu'elle offre ont été confondues avec d'autres espèces par le savant auteur de la *Paléontologie française.* Ainsi les figures 2, 3, 4 de la planche 551 représentent de véritables *S. ponsianus;* elles ont été dessinées d'après des individus provenant de Pons; d'Orbigny les a attribuées à tort au *S. Moulinsi*, qui se distingue du *S. ponsianus* par les caractères les plus tranchés. Il en est de même des figures 1, 2, 3, 4, 7, 8 de la planche 553. Ces figures, copiées sur des exemplaires provenant de Pons, représentent une variété du *S. ponsianus*, qui possède tous les caractères essentiels de cette espèce, mais qui diffère de la manière la plus complète du véritable *S. Sauvagesi*, tel qu'il a été compris et défini par M. d'Hombres-Firmas.

Cette observation est fort importante, attendu que les *Sphærulites Sauvagesi* et *Moulinsi* ne se rencontrent pas à Pons; on les trouve dans un horizon différent, toujours placé au-dessus de celui qui renferme les *Radiolites lumbricalis* et *Sphærulites ponsianus.*

21° *Sphærulites Beaumonti*, Bayle.

Syn. (1847). *Radiolites radiosa*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 242, Pl. 554, fig. 5, 6, 7 (*Exclus*, fig. 1, 2, 3, 4).

On trouve cette espèce dans la craie inférieure à Pons (Charente-Inférieure) associée avec les *Sphærulites ponsianus* et *Radiolites angulosus*. Les calcaires blancs de la Rochebeaucourt, des Pyles et de Chancelade (Dordogne), la renferment aussi, en même temps que les *Radiolites lumbricalis*, *R. angulosus* et *R. cornu-pastoris.*

Quatrième groupe. — Espèces à lames externes ondulées, mais dont les sinus se confondent avec les autres ornements du test.

22° *Sphærulites Nouleti*, Bayle.

Cette espèce, dont plusieurs individus ont été donnés à l'École des Mines, par M. Noulet, professeur à l'École de médecine de Toulouse, se rencontre dans le calcaire à Hippurites des environs de Lavelanet, département de l'Ariége.

23. *Sphærulites squamosus*, d'Orbigny.

Syn. (1842). *Radiolites squamosa*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. VII, p. 185.
(1847). *Radiolites squamosa*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 219, Pl. 561.
(1847). *Radiolites mamillaris*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, t. IV, p. 218, Pl 560, fig. 4 (*Exclus*, fig. 1, 2, 3, 5, 6).

Cette espèce se rencontre au Beausset et aux Martigues, dans l'horizon du *Sphærulites angeiodes*. L'École des mines possède un groupe qui présente ces deux espèces accolées l'une à l'autre.

M. Casiano de Prado l'a trouvée dans la craie à Hippurites de la province de Léon (Espagne).

III. Genre *Hippurites*.

Les espèces de ce dernier genre ne sont pas très nombreuses; la saillie plus ou moins prononcée que font dans l'intérieur de la coquille l'arête cardinale et les deux piliers, l'espacement de ces trois crêtes, fournissent des caractères très précieux pour déterminer les espèces.

1. *Hippurites cornu-vaccinum*, Bronn.

Voyez plus haut, page 665, ce que nous avons dit relativement à la synonymie de cette espèce, et à la position qu'elle occupe dans la craie inférieure.

2. *Hippurites Loftusi*, Woodward.

Syn. (1855). *Hippurites Loftusi*, Woodward. *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XI, p. 58, Pl. III, fig. 1, 2, 3, 4.

Cette espèce, très voisine de l'*Hippurites cornu-vaccinum*, a été découverte par M. W. K. Loftus, dans les calcaires à Hippurites des monts Bakhtiyaré sur la frontière Turco-Persique.

3. *Hippurites vesiculosus*, Woodward.

Syn. (1855). *Hippurites vesiculosus*, Woodward. *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XI, p. 59, Pl. IV, fig. 6.

La valve inférieure seule de cette espèce est connue; son arête cardinale saillante la rapproche de l'*Hippurites cornu-vaccinum*;

mais les deux piliers sont beaucoup plus écartés l'un de l'autre que dans cette dernière espèce.

Elle provient du calcaire à *Hippurites* des monts Bakhtiyaré, où M. Loftus l'a découverte avec les *Hippurites Loftusi* et *H. colliciatus*.

4° *Hippurites radiosus*, Des Moulins, sp.

Syn. (1826). *Hippurites radiosa*, Des Moulins. *Essai sur les Sphér.*, p. 141, Pl. IX, fig. 2.
(1840). *Hippurites agariciformis*, Goldfuss. *Petrefact. German.*, p. 300, Pl. 164, fig 1 *c* (non fig. 1 *a*, 1 *b*).
(1840). *Hippurites Lapeirousii*, Goldfuss. *Loc. cit.*, p. 303, Pl. 165, fig. 5 *a*, 5 *b*, 5 *c*, 5 *e*, 5 *f* (*Exclus*, fig. 5 *d*).
(1842). *Hippurites Espaillaci*, d'Orbigny. *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p. 188.
(1847). *Hippurites radiosa*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 176, Pl. 535, fig. 1, 2, 3.
(1847). *Hippurites Espaillaci*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, t. IV, p. 177, Pl. 535, fig. 4, 5, 6.
(1850). *Hippurites radiosa*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 260, n° 990.
(1850). *Hippurites Espaillaci*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, t. II, p. 260, n° 991.
(1850). *Radiolites Lapeirousii*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, t. II, p. 260, n° 1003.
(1855) *Hippurites radiosus*, Woodward. *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XI, p. 43, fig. 4, 5.
(1855). *Hippurites radiosus*, Bayle. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XII, p. 772, Pl. 17, 18, 19.

Cette espèce, découverte par M. Charles Des Moulins à Cendrieux (Dordogne), se rencontre également à Saint-Mametz, dans les couches les plus élevées de la craie supérieure du sud-ouest; elle y est associée avec les *Sphærulites cylindraceus*, *S. Toucasi*, *Radiolites ingens*, *R. Bournoni* et *R. Jouanneti*.

Dans le département de la Charente, on la rencontre à Aubeterre, aù Maine-Roi, près de Montmoreau, et aux environs de Lamérac, près de Barbézieux. Elle forme des bancs dans lesquels plusieurs individus sont souvent soudés les uns aux autres par une portion de leur valve inférieure; la roche où on les trouve est une craie marneuse blanche sans aucune consistance, de sorte que les *Hippurites* sont les seuls matériaux dont disposent les paysans pour construire leurs habitations; la plupart des maisons du village des Philippeaux, près de Lamérac, sont entièrement bâties avec des *Hippurites* qui

pourraient faire l'ornement de toutes les collections paléontologiques du monde.

A Lamérac et au Maine-Roi, l'*Hippurites radiosus* est associé avec le *Radiolites Jouanneti* et un grand nombre de belles espèces de bryozoaires et de polypiers.

L'*Hippurites radiosus* se rencontre aussi dans la craie supérieure de Maëstricht et de Fauquemont. Il y occupe un niveau un peu au-dessus de celui où se montre le *Sphærulites Hœninghausi*, en sorte que ces deux espèces, si abondantes dans la craie du sud-ouest, se retrouvent, à Maëstricht, malgré leur extrême rareté, dans une position géologique absolument semblable à celle qu'elles occupent dans le sud-ouest. Les couches qui les renferment contiennent en outre les fossiles que l'on trouve le plus communément dans la craie supérieure des deux Charentes et de la Dordogne.

5° *Hippurites Lamarckii*, Bayle.

Cette espèce, qui n'a jusqu'à ce jour été décrite par aucun naturaliste, se rencontre dans la craie supérieure du vallon de Peyrou, près de Beaumont (Dordogne); elle appartient au même horizon que les *Radiolites Bournoni*, *R. Jouanneti*, *Sphærulites cylindraceus*, *S. Toucasi* et *Hippurites radiosus*.

6° *Hippurites sulcatus*, Defrance.

Syn. (1781). *Orthocératite*, Picot de Lapeirouse. *Descript. de plus. esp. d'Orthocér.*, p. 23, 25, 27, 29, 31, 33, Pl. IV, fig. 6; Pl. V, Pl. VI, fig. 1, 2, 3; Pl. VII, fig. 3; Pl. VIII, fig. 4, 5; Pl. X, fig. 1, 2, 3, 4.

(1819). *Radiolites turbinata*, Lamarck. *Hist. nat. des anim. sans vertèb.*, t. VI, p. 233.

(1821). *Hippurites sulcata*, Defrance. *Dict. des sc. nat.*, t. XXI, p. 196.

(1821). *Hippurites striata*, Defrance. *Loc. cit.*, p. 196.

(1825). *Hippurites sulcatus*, Blainville. *Manuel de Malacol.*, Pl. 58 *bis*, fig. 8.

(1826). *Hippurites striata*, Des Moulins, *Essai sur les Sphérul.*, p. 144.

(1826). *Hippurites sulcata*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 145.

(1830). *Hippurites sulcata*, Deshayes. *Encycl. méthod. Vers*, t. II, p. 281, n° 2.

(1837). *Hippurites bioculata*, Bronn. *Lethæa geognost.*, p. 633, Pl. 31, fig. 1.

(1840). *Hippurites sulcatus*, Goldfuss. *Petrefact. German.*, p. 302, Pl. 165, fig. 3 *b* (non fig. 3 *a*, *c*, *d*).

Syn. (1840). *Hippurites costulatus*, Goldfuss. *Loc. cit.*, p. 302, Pl. 165, fig. 2 *c*, *d*, *e* (*Exclus*, fig. 2 *a*, 2 *b*).
(1841). *Hippurites canaliculata*, Rolland du Roquan. *Descript. des Rudistes*, p. 50, Pl. III, fig. 2, 3, 4; Pl. VII, fig. 2.
(1841). *Hippurites striata*, Rolland du Roquan. *Loc. cit.*, p. 52, Pl. IV, fig. 3; Pl. VII, fig. 6.
(1841). *Hippurites sulcata*, Rolland du Roquan. *Loc. cit.*, p. 53, Pl. IV, fig. 2; Pl. VII, fig. 4.
(1847). *Hippurites sulcata*, d'Orbigny. *Paléont. franç., terr. crétac.*, t. IV, p. 170, Pl. 530, fig. 1, 2; Pl. 531.
(1847). *Hippurites canaliculata*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, t. IV, p. 168, Pl. 530, fig. 3 à 8.
(1850). *Hippurites sulcata*, d'Orbigny. *Prodr. de paléont.*, t. II, p. 198, n° 180.
(1850). *Hippurites canaliculata*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 198, n° 181.
(1852). *Hippurites canaliculatus*, Bronn et Rœmer. *Lethæa geognost.*, t. II, p. 245, Pl. 31, fig. 1.

Cette espèce n'est pas rare dans la craie inférieure de la Montagne-des-Cornes (Corbières), au Beausset, à la Cadière, aux Martigues. Elle fait partie de l'horizon de l'*Hippurites cornu-vaccinum*.

7° *Hippurites colliciatus*, Woodward.

Syn. (1855). *Hippurites colliciatus*, Woodward. *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XI, p. 58, Pl. IV, fig. 5.

Cette espèce remarquable par la grosseur des côtes longitudinales externes dont est ornée sa valve inférieure, seule connue jusqu'à présent, et par la faible saillie que l'arête cardinale fait dans la cavité, a été découverte par M. Loftus, dans les calcaires à Hippurites des monts Bakhtiyaré (frontière Turco-Persique).

8° *Hippurites organisans*, Montfort, sp.

Syn. (1781). *Orthocératite*, Picot de Lapeirouse. *Descript. de plus. esp. d'Orthocérat.*, p. 33, 35, Pl. X, fig. 5, 6; Pl. XI.
(1808). *Batolites organisans*, Denys de Montfort. *Conchyl. systém.*, t. I, p. 334.
(1821). *Hippurites cornu-copiæ*, Defrance. *Dict. des sc. nat.*, t. XXI, p. 196.
(1821). *Hippurites resecta*, Defrance. *Loc. cit.*, t. XXI, p. 196.
(1821). *Hippurites fistulæ*, Defrance. *Loc. cit.*, t. XXI, p. 197.
(1826). *Hippurites resecta*, Des Moulins, *Essai sur les Sphérul.*, p. 444.

Syn (1826). *Hippurites fistulæ*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 146.
(1826). *Hippurites organisans*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 146.
(1826). *Hippurites cornu-copiæ*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 144.
(1837). *Hippurites organisans*, Bronn. *Lethæa geognost.*, p. 635, Pl. 31, fig. 8.
(1837). *Hippurites fistula*, d'Hombres-Firmas. *Recueil de mém.*, t. IV. p. 179, Pl. II, fig. 3.
(1840). *Hippurites costulatus*, Goldfuss. *Petref. German.*, p. 302, Pl. 165, fig. 2 *b* (*Exclus*, fig. 2 *a*, *c*, *d*, *e*).
(1840). *Hippurites sulcatus*, Goldfuss. *Loc. cit.*, p. 302, Pl. 165, fig. 3 *c*, *d* (*Exclus*, fig. 3 *a*, *b*).
(1841). *Hippurites organisans*, Rolland du Roquan, *Descript. des Rudistes*, p. 58, Pl. VI, fig. 1 à 4; Pl. VII, fig. 1.
(1842). *Hippurites organisans*, Matheron. *Catal.*, p. 126.
(1847). *Hippurites organisans*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 173, Pl. 533.
(1847). *Hippurites Toucasiana*, d'Orbigny. *Loc. cit.*, p. 172, Pl. 532.
(1852). *Hippurites organisans*, Bronn et Rœmer. *Lethæa geognost.*, t. II, p. 247, Pl. 31, fig. 8.
(1855). *Hippurites Toucasianus*, Woodward. *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XI, p. 44, fig. 6, 7.

L'*Hippurites organisans* est extrêmement commune dans les calcaires à Hippurites des Corbières, du Beausset, des Martigues; elle appartient au même horizon que l'*Hippurites cornu-vaccinum*.

Elle se trouve aussi aux environs de Jonzac et d'Angoulême, dans les calcaires qui recouvrent les calcaires blancs à *Radiolites lumbricalis*, mais au-dessous des couches caractérisées par l'*Ostrea auricularis*, Brongn.

9° *Hippurites bioculatus*, Lamarck.

Syn. (1781). *Orthocératite*, Picot de Lapeirouse. *Descript. de plus. esp. d'Orthocér.*, p. 19, 21, 23, 27, 29, Pl. II, fig. 2, 5; Pl. III, fig. 2; Pl. IV, fig. 1, 2, 3, 4, 5; Pl. VI, fig. 4; Pl. VII, fig. 1, 2, 4.
(1801). *Hippurites bioculata*, Lamarck. *Syst. des anim. sans vertèb.*, p. 104.
(1811). *Hippurites*, Parkinson. *Organ. rem.*, t. III, p. 118, Pl. VIII, fig. 5.
(1819). *Hippurites rugosa*, Lamarck. *Hist. nat. des anim. sans vertèb.*, t. VII, p. 598.
(1819). *Hippurites curva*, Lamarck. *Loc. cit.*, p. 598.
(1821). *Hippurites bioculata*, Defrance. *Dict. des sc. nat.*, t. XXI, p. 197, Pl. 58 *bis*, fig. 2.
(1825). *Hippurites cornu-copiæ*, de Blainville. *Manuel de Malacol.*, p. 517, Pl. 58 *bis*, fig. 1, 1 *a*, 1 *b*, 1 *c*.

Syn. (1825). *Hippurites bioculata*, de Blainville. *Loc. cit.*, Pl. 58 *bis*, fig. 2, 2 *a*.
(1826). *Hippurites curva*, Des Moulins. *Essai sur les Sphérul.*, p. 143.
(1826). *Hippurites rugosa*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 143.
(1826). *Hippurites bioculata*, Des Moulins. *Loc. cit.*, p. 145.
(1830). *Hippurites bioculata*, Deshayes. *Encycl. méthod.*, *Vers*, t. II, p. 282, n° 5.
(1841). *Hippurites bioculata*, Rolland du Roquan. *Descript. des Rudistes*, p. 47, Pl. II, fig. 1, 2, 3, 4; Pl. III, fig. 1; Pl. VII, fig. 3.
(1847). *Hippurites bioculata*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 166, Pl. 529.

Cette espèce est très commune dans la craie inférieure des Corbières, au même niveau que les *Hippurites sulcatus*, *H. dilatatus*, *H. cornu-vaccinum*, *Sphœrulites angeiodes*.

10° *Hippurites dilatatus*, Defrance.

Syn. (1781). *Orthocératite*, Picot de Lapeirouse. *Descript. de plus. esp. d'Orthocér.*, p. 21, Pl. III, fig. 1; p. 29, Pl. VII, fig. 5; Pl. VIII, fig. 1, 3; p. 31, Pl. IX.
(1808). *Hippurites bioculatus*, Montfort. *Conch. systém.*, p. 286.
(1811). *Hippurites*, Parkinson. *Organ. remains*, t. III, p. 118, Pl. VIII, fig. 1.
(1821). *Hippurites dilatata*, Defrance. *Dict. des sc. nat.*, t. XXI, p. 197.
(1826). *Hippurites dilatata*, Des Moulins. *Essai sur les Sphér.*, p. 145.
(1841). *Hippurites turgida*, Rolland du Roquan. *Descript. des Rudistes*, p. 55, Pl. IV, fig. 1; Pl. V, Pl. VII, fig. 5.
(1842). *Hippurites sublævis*, Matheron. *Catal.*, p. 128, Pl. 10, fig. 1, 2.
(1847). *Hippurites Requieniana*, d'Orbigny. *Paléont. franç.*, *terr. crétac.*, t. IV, p. 175, Pl. 534, fig. 1, 2, 3, 6 (*Exclus*, fig. 4, 5).

On trouve l'*Hippurites dilatatus* dans la craie inférieure des Corbières, associée aux *Hippurites organisans*, *H. sulcatus*, *H. bioculatus*, *H. cornu-vaccinum*, *Sphœrulites angeiodes*. Elle n'est pas rare au Beausset, à la Cadière, aux Martigues, dans les couches à *Hippurites cornu-vaccinum*.

L'*Hippurites dilatatus* a été parfaitement représenté, en 1781, dans les planches 3, 7, 8 et 9 du bel ouvrage de Picot de Lapeirouse. M. Rolland du Roquan en a décrit et figuré un exemplaire adulte, sous le nom d'*Hippurites turgida*, en faisant remarquer toutefois

que Defrance avait appelé *H. dilatata* un jeune individu de cette espèce. C'est encore la même *Hippurite* que M. Matheron décrivit et figura en 1842 sous le nom d'*H. sublœvis*. M. Matheron ayant eu l'extrême obligeance de m'envoyer en communication l'exemplaire qu'il avait fait dessiner (pl. 10, fig. 1 et 2), j'ai pu m'assurer de l'identité de l'*H. sublœvis* avec l'*H. dilatatus* des Corbières; et, si la figure 2 ne montre qu'un seul oscule, c'est que le second était encore obstrué par la gangue. Sous le nom d'*H. Requieniana*, d'Orbigny a décrit l'*H. sublœvis* de M. Matheron; cette espèce n'est pas dépourvue d'oscules, ainsi que semblerait l'indiquer la fig. 3 (pl. 534) de la *Paléontologie française;* aucune autre espèce d'Hippurite n'en possède, au contraire, d'aussi grands. J'ai vu l'exemplaire dont la valve supérieure a été représentée par la fig. 3; les 2 oscules y sont masqués, ainsi que la surface d'une partie de la valve, par la gangue, ce qui n'a pas empêché d'Orbigny de faire représenter sur toute la surface de cette valve les pores extérieurs qui n'étaient visibles qu'en un seul point, et de donner, pour caractère particulier à cette espèce, celui d'avoir *une valve supérieure dépourvue d'oscules* (1), tandis que ces deux ouvertures, en rapport avec les deux piliers internes, sont très grandes dans cette *Hippurite*.

REMARQUES GÉNÉRALES.

Je viens de faire connaître les diverses espèces de *Radiolites*, de *Sphérulites* et d'*Hippurites*, sur la détermination desquelles il ne peut rester aucun doute dans mon esprit; voyons maintenant comment elles sont réparties dans les diverses assises du terrain crétacé qui, seul jusqu'à ce jour, en a conservé les dépouilles.

Les dépôts crétacés du sud-ouest de la France permettent de bien comprendre quelle est la distribution des Rudistes, parce que dans cette contrée les espèces sont très nombreuses et s'y rencontrent à des niveaux dont on peut parfaitement définir la position relative.

Mais avant d'entreprendre cette étude, il faut tout d'abord que j'explique en peu de mots de quelle manière je comprends la composition du terrain crétacé.

Je divise le terrain crétacé en quatre grands étages, savoir :

1° L'étage néocomien.

2° L'étage du gault.

3° L'étage de la *craie inférieure*.

4° L'étage de la *craie supérieure*.

---

(1) D'Orbigny, *Paléontologie française, terrains crétacés*, t. IV, p. 175, Pl. 534, fig. 3.

Chacune de ces quatre grandes coupes de premier ordre peut à son tour être divisée en un certain nombre d'assises, caractérisées à la fois par leur position stratigraphique, et par les faunes particulières qu'elles présentent; ces assises secondaires sont souvent représentées toutes à la fois dans une contrée, mais quelquefois aussi quelques-unes d'entre elles peuvent manquer, et, dans ce cas, l'étage dont elles font ordinairement partie est incomplet. Chacune de ces assises, offrant une faune dont la plupart des espèces lui sont spéciales, pourra être désignée par le nom de l'une ou ceux de plusieurs des espèces qui y sont le plus généralement répandues. Cette méthode, après tout, n'est rien moins que nouvelle, et dans un grand nombre de cas elle offre l'avantage incontestable de désigner une assise par une expression entièrement indépendante des variations que les circonstances locales ont pu produire dans le terrain. Ainsi, quand nous désignerons l'assise la plus ancienne de notre 3e étage par le nom de *craie à Turrilites costatus*, par exemple, nous entendrons nommer ainsi une assise dont la position géologique dans la série des dépôts crétacés sera comparable à celle que le calcaire à *Gryphée arquée* occupe parmi des assises qui composent le terrain jurassique.

Cela posé, voyons quelles sont les assises dont sont composés notre troisième et notre quatrième étages dans les bassins de la Seine, de la Loire et dans le sud-ouest de la France.

La *craie inférieure*, dans le bassin de la Seine, commence par la *craie glauconieuse* de Brongniart, que l'on peut si bien étudier au cap de la Hève, près du Havre, et à la montagne Sainte-Catherine, auprès de Rouen. On sait que sous le nom de *craie chloritée*, *craie glauconieuse*, Brongniart comprenait toutes les couches crétacées placées entre le gault et la *craie marneuse* à *Inoceramus mytiloides;* ces couches renferment un grand nombre de fossiles qui y sont distribués avec une constance remarquable; la plus supérieure est principalement caractérisée par les *Ammonites varians*, *A. Rothomagensis*, *Scaphites æqualis*, *Turrilites costatus*, *Ostrea conica*, *Holaster subglobosus;* le *Pecten asper* occupe un niveau plus inférieur dans le système; à Rouen, et dans tout le bassin de la Seine, cette première assise de la *craie inférieure* (1) est constamment recouverte par la *craie marneuse* de Brongniart, où abonde l'*Inocera-*

(1) Il ne sera pas inutile de faire remarquer ici que la *craie glauconieuse* de Brongniart correspond, en Angleterre, à la fois au *grès vert supérieur* (*upper green sand*), et en partie au moins à la *craie marneuse* des Anglais (*chalk-marl*); car c'est dans cette dernière que l'on rencontre les fossiles les plus caractéristiques des couches supé-

mus mytiloides, et cette dernière assise supporte, à son tour, la craie blanche.

Les deux assises qui composent la *craie inférieure* dans le bassin de la Seine se montrent également dans celui de la Loire; mais entre elles vient s'intercaler une troisième assise, qui manque entièrement dans le bassin de la Seine. En effet, la *craie glauconieuse* de Brongniart, caractérisée par sa faune spéciale, est constamment recouverte dans le département de la Sarthe, ainsi que dans toutes les localités du bassin de la Loire où on a pu l'observer, par une assise puissante de sable, de grès et de marne connue de la plupart des géologues sous le nom de *grès vert du Mans*. La partie supérieure de cette assise, incontestablement plus récente que la craie à *Turrilites costatus* (*craie glauconieuse* de Brongniart), est toujours formée par des marnes sableuses où l'on rencontre une accumulation prodigieuse d'*Ostrea biauriculata*, *O. plicata*, *O. columba* (1).

Cette assise des *grès verts du Mans* est recouverte par la *craie de Touraine* de Brongniart, c'est-à-dire par la *craie micacée* de M. d'Archiac (2e étage de son second groupe), dont les couches inférieures renferment l'*Inoceramus mytiloides*, fossile caractéristique de la *craie marneuse* du bassin de la Seine. Cette assise est très puissante; elle présente plusieurs niveaux, assez nettement caractérisés par les principaux fossiles qu'on y rencontre, mais ce sont des subdivisions dont je n'ai pas à m'occuper ici. La *craie de Touraine* me paraît être l'équivalent de la craie marneuse du bassin de la Seine.

La *craie inférieure* du sud-ouest de la France présente, dans sa composition, une ressemblance frappante avec celle du bassin de la Loire; mais cependant l'étage est incomplet, car l'assise la plus inférieure avec laquelle il commence dans les bassins de la Seine et de la Loire, c'est-à-dire l'assise de la craie à *Turrilites costatus*, manque complétement dans cette région.

Elle commence par une couche d'argiles lignitifères, assez déve-

---

rieures de la *craie glauconieuse*, savoir : les *Ammonites varians*, *A. Rothomagensis*, *Turrilites costatus*, *Scaphites æqualis*, etc.

La *craie marneuse* de Brongniart, caractérisée par l'*Inoceramus mytiloides*, correspond, à son tour, à la *craie inférieure* (*lower-chalk*) de l'Angleterre ; le *lower-chalk* est en effet caractérisé par l'*Inoceramus mytiloides* et les autres fossiles que l'on rencontre dans la *craie marneuse* de Brongniart.

(1) Ce niveau d'ostracées constitue le troisième étage du second groupe de M. d'Archiac, c'est-à-dire de son groupe de la *craie tuffeau* (voy. d'Archiac, *Hist. des progr. de la géol.*, t. IV, p. 317).

loppée à l'île d'Aix, et que M. Coquand (1), auquel on doit l'étude la plus complète qui ait été faite jusqu'à ce jour des dépôts crétacés du département de la Charente, a retrouvée, mais beaucoup plus développée, à Saint-Paulet, dans le département du Gard; à Saint-Paulet, la craie à *Turrilites costatus* se voit au-dessous des argiles lignitifères, tandis qu'à Angoulême ces dernières reposent directement sur le terrain jurassique. A ces argiles lignitifères succèdent des grès calcarifères, des calcaires argileux, et enfin des sables argileux dans lesquels abondent les *Ostrea biauriculata*, *O. plicata*, *O. columba;* ces diverses couches forment une assise entièrement comparable à celle des *grès verts du Mans*.

Cette assise est recouverte d'abord par des calcaires marneux où abonde l'*Inoceramus mytiloides*, auxquels succèdent des calcaires composés de diverses couches, et où l'on rencontre une prodigieuse quantité de *Radiolites lumbricalis;* ces derniers, à leur tour, sont recouverts par de nouvelles couches calcaires qui renferment une autre association d'espèces de *Rudistes*. Je considère cette assise comme représentant dans son ensemble la troisième assise de la craie inférieure du bassin de la Loire.

L'étage de la *craie supérieure*, tel que je le conçois, peut être défini de la manière suivante :

Dans le bassin de la Seine, il comprend la craie blanche et le calcaire pisolithique. Il correspond également à la *craie supérieure* (*upper-chalk*) de l'Angleterre; à la craie blanche et à la craie tuffeau qui composent la colline de Saint-Pierre à Maëstricht.

Dans le bassin de la Loire, cet étage commence avec la craie où se montre l'*Ostrea auricularis*, c'est-à-dire avec le premier étage (craie jaune de Touraine) du groupe de la craie tuffeau de M. d'Archiac. Mais, dans le bassin de la Loire, l'étage de la *craie supérieure* est loin d'être aussi complet que dans celui de la Seine; les couches plus élevées qu'il présente sont incontestablement inférieures à celles de la craie blanche de Meudon, à *Belemnites mucronatus*.

Dans le sud-ouest, l'étage de la *craie supérieure* est extrêmement développé; il commence par des couches sableuses, passant bientôt à d'autres couches crayeuses grises, souvent micacées, à la base desquelles abonde l'*Ostrea auricularis*, fossile si caractéristique de la *craie jaune de Touraine* de M. d'Archiac; à ces couches qui atteignent une fort grande puissance dans le département de la Dordogne succèdent d'autres couches composées de calcaires blancs

(1) Coquand, *Notice sur la formation crétacée du département de la Charente* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XIV, p. 55, 1856).

marneux, dans lesquels l'*Ostrea vesicularis* remplace l'*Ostrea auricularis* dont nous venons de signaler l'existence à un niveau plus inférieur. Des calcaires blancs et très souvent jaunâtres couronnent cet étage à sa partie supérieure ; la craie supérieure correspond donc à l'étage des *calcaires jaunes supérieurs* et à celui de la *craie grise marneuse* ou *glauconieuse* et *micacée*, dont M. d'Archiac (1) fait

---

(1) Le groupe de la *craie tuffeau*, dont M. d'Archiac fait une division de premier ordre dans sa classification des formations crétacées, a été subdivisé par le savant académicien en quatre étages dans le bassin de la Loire, et la zone crétacée du sud-ouest elle-même a été partagée en quatre étages. Voici quels sont ces étages :

Groupe de la craie tuffeau dans le bassin de la Loire.	1er étage	Craie jaune de Touraine (*tuffeau* de Touraine).
	2e étage.	Craie micacée, avec ou sans silex (*tuffeau* de l'Anjou, *bille* et *pierre de Bouré*, Touraine).
	3e étage.	Psammites, glaises, grès grossier, glauconieux, et marnes à ostracées.
	4e étage.	Grès vert.
Zone crétacée du sud-ouest.	1er étage.	Calcaires jaunes supérieurs.
	2e étage.	Craie grise, marneuse, ou glauconieuse et micacée.
	3e étage.	1° Calcaires blancs ou jaunâtres, à Rudistes. 2° Calcaires marneux, gris blanc ou jaunâtres. 3° Calcaires marneux, jaunâtres, avec Ammonites et ostracées.
	4e étage.	1° Calcaires à Ichthyosarcolites. 2° Sables et grès verts ou ferrugineux. 3° Calcaires et grès calcarifères, avec échinodermes. 4° Argiles pyriteuses et lignites.

M. d'Archiac, cherchant ensuite à comparer la zone crétacée du sud-ouest avec les dépôts correspondants dans le bassin de la Loire (voy. p. 458), regarde le 3e étage du sud-ouest, dont la base est formée par les bancs à *ostracées*, comme étant l'équivalent, beaucoup plus développé et plus varié, du 3e étage des bords de la Loire, celui des psammites, des glaises, et des grès grossiers, glauconieux. Il admet que le 2e étage du sud-ouest correspond à celui de la craie micacée (2e étage des bords de la Loire), et enfin que le premier est l'équivalent de la craie jaune de Touraine.

Ces rapprochements ne me paraissent pas de nature à être acceptés par les géologues ; ils ne sont justifiés ni par la position stratigraphique des étages ni par la composition des faunes dont ils recèlent les dépouilles.

Quand on étudie en effet avec attention les coupes nombreuses données par M. d'Archiac, et qu'on se rend un compte bien exact de la position que les fossiles, dont la détermination spécifique a été faite avec exactitude, occupent dans les diverses couches composant les étages des bords de la Loire et du sud-ouest, on ne tarde pas à se former une conviction que l'on peut formuler en peu de mots de la manière suivante :

Le 3e étage du bassin de la Loire, composé de glaises, de grès et de marnes sableuses où abondent les *Ostrea biauriculata*, *columba* et *plicata*, ne représente que la partie la plus inférieure du 3e étage

son premier et son deuxième étages de la zone crétacée du sud-ouest.

Je puis maintenant chercher à définir la position que les espèces de Rudistes occupent dans la craie.

Ces animaux se rencontrent rarement isolés; ils vivaient en familles nombreuses, formant dans la mer crétacée des bancs souvent très étendus. Chacun de ces bancs est quelquefois composé d'une seule espèce, mais il arrive aussi que plusieurs espèces différentes sont réunies dans le même banc. Dans les dépôts crétacés, les Rudistes se montrent à différents niveaux, et chacun de ces horizons renferme des espèces spéciales, en sorte que les diverses zones de Rudistes fournissent un élément précieux pour la classification des assises de la craie. La zone crétacée du sud-ouest renferme presque tous les horizons de Rudistes connus jusqu'ici.

On peut désigner les différents horizons de Rudistes par leurs numéros d'ordre respectifs, mais je préfère distinguer chacun d'eux

---

du sud-ouest et non cet étage tout entier, c'est-à-dire qu'il correspond aux marnes sableuses caractérisées par les mêmes espèces d'Huîtres que sur les bords de la Loire. Les calcaires marneux, qui recouvrent ces marnes à ostracées dans le sud-ouest, ne renferment pas seulement des Ammonites, mais l'*Inoceramus mytiloides* y est très commun. Ces calcaires sont donc placés, par rapport aux couches à ostracées, exactement de la même manière que le sont, dans le bassin de la Loire, les premières couches de la craie micacée, où l'*Inoceramus mytiloides* n'est pas plus rare que dans la Charente.

Le deuxième étage du sud-ouest est caractérisé par une faune spéciale, dont les espèces les plus communes se retrouvent toutes dans la craie jaune de Touraine (1er étage), tandis qu'aucune d'elles ne se rencontre dans la craie micacée (2e étage du bassin de la Loire). L'*Ostrea auricularis* joue à la partie inférieure de la craie jaune de Touraine le même rôle qu'à la base de la craie micacée du sud-ouest; d'où il résulte que la craie micacée du bassin de la Loire, placée entre les couches à *Ostrea biauriculata* (3e étage) d'une part et celles qui renferment l'*Ostrea auricularis* (1er étage) d'autre part, occupe dans ce bassin une position géologique entièrement analogue à celle où sont situés, dans le sud-ouest, les calcaires marneux, jaunâtres, avec *Inoceramus mytiloides*, et les calcaires blancs à Rudistes, qui sont compris eux-mêmes entre les marnes à *Ostrea biauriculata* (base du 3e étage) et les couches à *Ostrea auricularis* (base du 2e étage).

Ainsi, pour me résumer, c'est le troisième étage du sud-ouest tout entier qui, selon moi, correspondrait à la fois au troisième et au second étage du bassin de la Loire, tandis que le second étage du sud-ouest serait parallèle à la craie jaune de Touraine, c'est-à-dire au premier étage du bassin de la Loire.

par le nom de l'une des espèces qui s'y rencontrent ; cette méthode présente l'avantage, lorsqu'une nouvelle zone vient à être découverte, de ne pas obliger à changer le numéro d'ordre de tous les autres horizons.

Les premiers Rudistes qui apparaissent dans le terrain crétacé se rencontrent dans les calcaires à *Chama ammonia* qui forment, en Provence et dans les Alpes, la partie supérieure de l'étage néocomien.

Ces calcaires renferment, en effet, deux espèces dont d'Orbigny a fait ses *Radiolites marticencis* et *Radiolites neocomiensis.*

L'existence de ces deux espèces me paraît encore fort problématique. Elles ont été fondées par d'Orbigny sur de nombreux fragments empâtés dans un calcaire compacte très dur, fragments à l'aide desquels ont été dessinées les figures de la planche 543 de la *Paléontologie française.*

Or, on ne connaît pas encore l'appareil cardinal, ni le système musculaire de ces coquilles ; en sorte que rien ne prouve jusqu'à présent que ce soient de vrais *Rudistes ;* et, dans le cas où ces coquilles auraient appartenu à des *Rudistes*, on ne pourrait pas savoir si ce sont des *Radiolites* ou des *Sphærulites.*

C'est donc avec la plus grande réserve que j'admets l'existence de ces deux espèces et que, par suite, je considère les calcaires à *Chama ammonia* (1) de la Provence et des Alpes comme offrant le premier niveau de Rudistes.

Le gault et les argiles à Plicatules[3] placées à la base de cette dernière assise n'ont jusqu'à présent fourni aucune espèce de Rudistes.

---

(1) Ce fossile, désigné pour la première fois sous le nom de *Diceras*, est devenu successivement une *Chama* pour Goldfuss, une *Caprotina* pour d'Orbigny, une *Requienia* pour M. Matheron, et enfin une *Requienia* pour M. d'Orbigny lui-même. Il est résulté de tous ces changements de noms que les géologues ont tour à tour employé les expressions de calcaire à *Dicérates*, calcaire à *Chama ammonia*, calcaire à *Caprotines* et de calcaire à *Requienies*, pour désigner une même assise de l'étage néocomien. Ce fossile, d'abord classé parmi les *Dicérates* ou les *Cames*, n'est pas un Rudiste ; c'est, au contraire, une véritable *Came*. J'adopte donc l'expression de calcaire à *Chama ammonia*, pour désigner l'assise néocomienne qui renferme cette espèce, de préférence à celle de *calcaire à Dicérates*, parce que le *calcaire à Discérates* des Pyrénées n'est pas l'équivalent du calcaire à *Chama ammonia* de la Provence ; il est plus récent que ce dernier, et de même âge que le grès vert d'Angoulême ou que le grès vert du Mans, c'est-à-dire supérieur à la *craie glauconieuse* à *Turrilites costatus.*

La *craie inférieure* contient un grand nombre d'espèces de Rudistes qui forment quatre horizons distincts dans cet étage.

Le premier n'a présenté jusqu'à présent qu'une seule espèce dont les rares exemplaires ont été trouvés au cap de la Hève près du Havre, dans la craie à *Turrilites costatus*, *Ammonites varians*, et dans le grès vert supérieur de l'Angleterre, assise plus ancienne que toute la série des dépôts crétacés du sud-ouest.

Cette espèce, à laquelle M. Woodward (1) a donné le nom de *Radiolites Mantelli*, est encore très mal connue; l'exemplaire décrit se compose d'un groupe de deux valves inférieures accolées l'une à l'autre, mais en partie brisées et complétement dépouillées des lames internes du test. Dans l'une des deux, M. Woodward signale l'existence d'un sillon étroit (*narrow ligamental furrow*) qui correspondait peut-être à une arête cardinale; s'il en était ainsi, l'espèce appartiendrait au genre *Sphærulites*, ce qui me paraît être assez probable.

Mais les Rudistes commencent à se montrer en grand nombre dans l'assise des *grès verts d'Angoulême* ou des *grès verts du Mans*, c'est-à-dire dans la série des couches crétacées géologiquement placées au-dessus de la craie à *Turrilites costatus* (craie *chloritée* de Brongniart) et dont les bancs à ostracées (*Ostrea biauriculata*, *O. plicata*) forment la couche supérieure.

Les espèces qui composent ce deuxième horizon de Rudistes, que nous appellerons horizon du *Sphærulites foliaceus*, sont les suivantes :

Sphærulites foliaceus, Lamarck.
— *Fleuriausi*, d'Orbigny (sp.).
— *triangularis*, d'Orbigny (sp.).
— *polyconilites*, d'Orbigny (sp.).
Caprina adversa, d'Orbigny.
— *costata*, d'Orbigny (sp.).
— *striata*, d'Orbigny (sp.).
— *triangularis*, d'Orbigny (sp.).

Toutes ces espèces se rencontrent dans la zone crétacée du sud-ouest; mais quelques-unes d'entre elles ont été trouvées aux environs du Mans dans les couches sableuses situées au-dessous des marnes à *Ostrea biauriculata* : ce sont les *Sphærulites Fleuriausi*, *Caprina striata*, *C. costata* (2).

---

(1) Woodward, *Quart. Journ. of the geol. Soc. of London*, t. XI, p. 60, Pl. V, fig. 4 (1855).

(2) J'ai vu au Mans, dans la collection de M. Guéranger, un frag-

Les *Sphærulites foliaceus* et la *Caprina adversa* ont été découverts par M. Leymerie (1) dans le *calcaire à Dicérates* des environs de Sarre (Basses-Pyrénées). Nous avons déjà dit plus haut que ces calcaires nous paraissent devoir être considérés comme étant contemporains de l'assise des grès verts du *Maine*, et nullement des calcaires à *Chama ammonia* de la Provence.

Tous les genres de *Rudistes* ne sont pas représentés dans l'horizon du *S. foliaceus*. On n'y a pas encore rencontré une seule espèce de *Radiolite* ni une seule *Hippurite*. On remarquera en outre, que les *Caprina adversa* et *triangularis* sont les espèces du genre Caprine qui atteignent la plus grande taille, et qu'il en est de même du *S. foliaceus*

Le troisième niveau de Rudistes qu'offre la *craie inférieure*, dans le sud-ouest, correspond à la série des calcaires subcristallins en plaquettes, des calcaires durs, saccharoïdes (pierre à paver d'Angoulême) et des calcaires blancs, très tendres, que l'on exploite pour pierre à bâtir dans tous les environs d'Angoulême, série dont la base, composée de calcaires marneux caractérisés par l'*Inoceramus mytiloides*, repose sur les couches à *Ostrea biauriculata* qui elles-mêmes forment la partie supérieure des grès verts d'Angoulême.

Cet horizon renferme les espèces suivantes :

Sphærulites ponsianus, d'Archiac.
— *Beaumonti*, Bayle.
Radiolites lumbricalis, d'Orbigny.
— *angulosus*, d'Orbigny,
— *cornu-pastoris*, Des Moulins (sp.).

Deux espèces appartenant à ce troisième niveau de Rudistes, que je propose d'appeler horizon du *Radiolites cornu-pastoris*, ont été trouvées en dehors de la zone crétacée du sud-ouest, dans le bassin de la Loire.

D'Orbigny signale, en effet, la présence du *Sphærulites ponsianus*, à Sainte-Cérotte et à Évaillé, département de la Sarthe, et celle du *Radiolites cornu-pastoris* à Sainte-Cérotte. M. Triger a découvert cette dernière espèce à Château-du-Loir (Sarthe) dans la craie à *Terebratula Bourgeoisi*, qui fait partie de la *craie de Touraine* de Brongniart ou de la *craie micacée* (2e étage du groupe de la craie

---

ment d'*Ichthyosarcolite* qui pourrait bien appartenir à la *C. triangularis* ou à une autre grande espèce de *Caprine*.

(1) Leymerie, *Consid. géognost. sur les Échin. des Pyrénées* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIII, p. 355, 1856).

tuffeau de M. d'Archiac) (1). L'École des mines en possède un exemplaire provenant de la craie micacée des environs de Saumur. On voit donc que dans le bassin de la Loire, où l'on ne rencontre qu'un fort petit nombre d'espèces de Rudistes dont les rares individus sont, pour ainsi dire, égarés au milieu des dépôts crétacés de ce bassin, ces espèces n'en occupent pas moins des niveaux entièrement parallèles à ceux qui renferment une si prodigieuse accumulation d'individus dans la zone du sud-ouest.

Il faut remarquer aussi que l'horizon du *R. cornu-pastoris* ne renferme pas encore d'*Hippurites*, et que les *Caprines* du second horizon ont cédé dans celui-ci la place aux *Radiolites*.

La craie inférieure, dans le sud-ouest, se termine par une assise composée de diverses couches calcaires, au nombre desquelles se trouve celle du calcaire solide, appelé *chaudron* par les ouvriers qui exploitent les nombreuses carrières ouvertes aux environs d'Angoulême; un nouvel horizon, qui sera le quatrième et le dernier de la *craie inférieure*, apparaît dans ces calcaires. Il se compose d'espèces particulières, dont aucune ne descend dans l'horizon du *R. cornu-pastoris*.

Les espèces qui composent cet horizon sont les suivantes :

Sphærulites radiosus, d'Orbigny (sp.).
— *Sauvagesi*, d'Hombres-Firmas (sp.).
Hippurites organisans, Montfort (sp.).
— *cornu-vaccinum*, Bronn.

On les rencontre dans un très grand nombre de points de la zone crétacée du sud-ouest; jusqu'à ce jour, ce sont les seuls Rudistes qui se montrent à ce niveau dans cette région.

Mais cette zone de Rudistes se retrouve, avec des espèces plus nombreuses, dans la formation crétacée de presque toutes les contrées de l'Europe, de l'Afrique et même de l'Asie Mineure, qui entourent le grand bassin de la Méditerranée, depuis les Pyrénées jusqu'aux montagnes qui séparent la Turquie de la Perse; elle constitue l'horizon le plus constant qu'on puisse signaler dans le terrain crétacé. Plusieurs des Rudistes de cette zone ne se rencontrent que dans quelques points seulement de son étendue; d'autres, au contraire, s'y

(1) La présence du *Radiolites cornu-pastoris* dans la craie micacée du bassin de la Loire est un fait de plus à ajouter à ceux qui établissent que les *calcaires blancs à Rudistes* de M. d'Archiac (3e étage du sud-ouest) sont parallèles à la *craie micacée* du bassin de la Loire (2e étage du groupe de la *craie tuffeau*) et non au 3e étage de ce groupe.

montrent partout ; tel est, par exemple l'*Hippurites cornu vaccinum* ; aussi le nom de cette espèce pourra-t-il être employé pour désigner cet horizon de Rudistes, le plus remarquable de tous, à cause de l'immense étendue géographique où il a été rencontré jusqu'à ce jour.

L'horizon de l'*Hippurites cornu-vaccinum* comprendra donc les espèces suivantes :

Sphærulites radiosus, d'Orbigny (sp.).
— *Moulinsi*, Matheron (sp.).
— *angeiodes*, Lapeirouse (sp.).
— *Sauvagesi*, d'Hombres-Firmas (sp.).
— *squamosus*, d'Orbigny (sp.).
— *Nouleti*, Bayle.
— *sinuatus*, d'Orbigny (sp.).
— *Martini*, d'Orbigny (sp.).
— *Paillettei*, d'Orbigny (sp.).
Radiolites excavatus, d'Orbigny.
— *canaliculatus*, d'Orbigny (sp.).
Hippurites cornu-vaccinum, Bronn.
— *dilatatus*, Defrance.
— *sulcatus*, Defrance.
— *bioculatus*, Lamarck.
— *organisans*, Montfort (sp.).
Caprina Aguilloni, d'Orbigny.
— *Boissyi*, d'Orbigny (sp.).
— *Coquandi*, d'Orbigny.

On voit le genre *Hippurites* apparaître pour la première fois dans ce dernier horizon de Rudistes de la *craie inférieure*, et les *Caprines* s'y montrer de nouveau ; les *Radiolites* et surtout les *Sphérulites* y sont également représentées par des espèces aussi nombreuses que variées.

Aucune espèce appartenant à cet horizon n'a été trouvée jusqu'à ce jour, au moins à ma connaissance, en dehors de la zone crétacée du sud-ouest et des régions circum-méditerranéennes ; si cependant il en existe dans le bassin de la Loire, par exemple, je suis porté à croire qu'on les découvrira dans les couches de la craie micacée, qui sont situées immédiatement au-dessous de la craie à *Ostrea auricularis* (1).

L'étage de la *craie supérieure*, à son tour, renferme un assez

(1) L'horizon de l'*Hippurites cornu-vaccinum* et celui du *Radiolites cornu-pastoris*, qui occupe constamment un niveau inférieur au premier, représentent la *troisième zone* de *Rudistes* de d'Orbigny,

grand nombre d'espèces de Rudistes, qui y forment trois horizons différents.

L'assise la plus inférieure de cet étage dans le sud-ouest commence par des grès et des sables qui servent de base à une craie tantôt solide, tantôt tendre, et souvent aussi très micacée; l'*Ostrea auricularis* abonde à la partie inférieure de cette assise. Une espèce de Rudiste, le *Sphærulites Coquandi* (1), se montre dans cette assise; elle y joue le rôle que le *Radiolites? Mantelli* remplit dans la *craie glauconieuse.*

Mais cette première assise est recouverte dans le sud-ouest par une seconde, où se montrent l'*Ostrea larva* et une incroyable accumulation d'*Ostrea vesicularis;* un second niveau de Rudistes correspond à cette nouvelle assise; il se compose des espèces suivantes:

Sphærulites Hœninghausi, Des Moulins.
— *Sœmanni*, Bayle.
— *alatus*, d'Orbigny (sp.).
Radiolites fissicostatus, d'Orbigny (sp.).
— *royanus*, d'Orbigny.
— *crateriformis*, Des Moulins (sp.).
— *acuticostatus*, d'Orbigny.

On voit que cette zone, que nous appellerons horizon du *S. Hœninghausi*, ne contient plus d'*Hippurites* ni de *Caprines.*

L'étage de la craie supérieure se termine dans le sud-ouest par une dernière assise qui est principalement développée dans le département de la Dordogne, et ne forme que des lambeaux isolés, reposant sur la craie à *S. Hœninghausi*, dans celui de la Charente. Cette assise renferme les derniers Rudistes qui ont vécu dans la mer crétacée.

---

zone dépendant de son *étage turonien*. D'Orbigny avait donc confondu ces deux horizons en un seul ; il avait été conduit à ne voir qu'une seule et même zone dans ces deux niveaux de Rudistes qui n'ont entre eux aucune espèce commune, par suite de l'erreur qu'il avait commise en prenant des *S. ponsianus* pour des *S. Moulinsi* et *Sauvagesi*, erreur dont la conséquence nécessaire avait été d'obliger ce géologue à admettre le synchronisme d'assises qui renfermaient des espèces identiques pour lui.

(1) C'est l'espèce que M. Coquand avait cru être identique avec le *R. sinuata*, d'Orbigny, et qui forme son cinquième horizon de Rudistes. Voyez Coquand, *Notice sur la formation crétacée du département de la Charente* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIV, p. 59, 1856).

Ce sont les espèces suivantes :

Sphærulites cylindraceus, Des Moulins.
— *Toucasi*, d'Orbigny (sp.).
Radiolites Bournoni, Des Moulins (sp.).
— *ingens*, Des Moulins (sp.).
— *Jouanneti*, Des Moulins (sp.).
Hippurites radiosus, Des Moulins.
— *Lamarckii*, Bayle.

Ce dernier niveau de Rudistes, que j'appellerai horizon du *Radiolites Bournoni*, est représenté en dehors de la zone crétacée du sud-ouest. L'*Hippurites radiosus* se rencontre, en effet, dans la colline de Saint-Pierre, près de Maëstricht, dans des couches crayeuses qui, par leur position géologique et la série des espèces fossiles qu'elles contiennent, me paraissent devoir être mises en parallèle avec la partie supérieure des dépôts crétacés du sud-ouest.

On rencontre également dans la Provence les *Radiolites fissicostatus* et le *Sphærulites Toucasi ;* mais, jusqu'à présent, aucun géologue n'a indiqué d'une manière précise la place qu'occupent ces espèces dans la craie de la contrée ; il serait fort intéressant de vérifier si elles s'y trouvent à des niveaux situés, par rapport à l'horizon de l'*Hippurites cornu-vaccinum*, comme le sont ceux qui les renferment dans le sud-ouest.

Nous voyons donc que, si l'on excepte l'horizon du *Radiolites neocomiensis* et celui du *Sphærulites Mantelli*, qui appartiennent, le premier à l'étage néocomien, et le second à une assise de la craie inférieure, qui manque dans le sud-ouest, cette région de la France renferme les six autres horizons de Rudistes reconnus jusqu'à ce jour dans les dépôts crétacés. Sur ces six horizons, celui du *Sphærulites foliaceus* se retrouve dans la chaîne des Pyrénées et dans le bassin de la Loire, celui du *Radiolites cornu-pastoris*, dans ce dernier bassin, et ceux du *S. Hæninghausi* et du *R. Bournoni* existent également dans la craie de Maëstricht ; mais l'horizon de l'*Hippurites cornu-vaccinum* est le seul que l'on rencontre en même temps dans un grand nombre de contrées ; il fournit un niveau d'autant plus précieux pour la classification des terrains crétacés, que cet horizon correspond à l'assise la plus récente de l'étage de la *craie inférieure*.

On peut encore faire quelques remarques intéressantes sur la manière dont se répartissent les espèces de *Rudistes* entre les sept horizons (1) qu'elles forment dans les étages de la *craie inférieure* et de

(1) Je ne tiens pas compte de cet exposé des espèces de Rudistes

la *craie supérieure*. On voit, en effet, que le genre *Sphærulites* (1) seul offre des espèces dans tous les horizons; la plus grande espèce connue appartient au second horizon, et les plus variées au quatrième. Les *Caprines* se rencontrent dans le second et le quatrième, mais elles manquent dans les 5e, 6e et 7e; les *Radiolites* qui commencent dans le troisième sont à peu près aussi nombreuses dans le 4e; elles disparaissent dans le 5e, pour reparaître avec le 6e et se continuer dans le 7e, où certaines espèces atteignent une taille considérable. Les *Hippurites* ne se rencontrent que dans le 4e et le 7e, et dans le 4e seulement les espèces de ce genre sont nombreuses; aussi, l'assise qui renferme l'horizon de l'*H. cornu-vaccinum* mérite-t-elle de conserver le nom de *craie à Hippurites*, sous lequel la plupart des géologues l'ont désignée jusqu'ici. Il résulte de tous ces faits, que c'est à la fois dans l'assise la plus élevée des deux étages de la craie que se trouvent les Rudistes offrant les formes les plus variées, quoique cependant le type Caprine n'appartienne qu'à l'étage de la craie inférieure seulement. Le tableau suivant permettra de mieux saisir les relations que nous venons d'indiquer :

		SPHÆRULITES.	RADIOLITES	HIPPURITES.	CAPRINA.
Étage de la craie supérieure.	7° Horizon du *Radiolites Bournoni*.	xiste.	Existe. . .	Existe. . .	Manque.
	6° Horizon du *Sphærulites Hæninghausi*.	Existe.	Existe. . .	Manque.	Manque.
	5° Horizon du *Sphærulites Coquandi*. . . .	Existe.	Manque. .	Manque. .	Manque.
Étage de la craie inférieure.	4° Horizon de l'*Hippurites cornu-vaccinum*.	Existe.	Existe. . .	Existe. . .	Existe.
	3° Horizon du *Radiolites cornu pastoris*. . . .	Existe.	Existe. . .	Manque. .	Manque.
	2° Horizon du *Sphærulites foliaceus*. . . .	Existe.	Manque. .	Manque. .	Existe.
	1° Horizon du *Sphærulites Mantelli*. . . .	Existe.	Manque. .	Manque. .	Manque.

L'Europe, l'Asie Mineure et le nord de l'Afrique ne sont pas les seules contrées où l'on ait trouvé des *Rudistes*. Les terrains crétacés du Texas en renferment quelques espèces. Elles ont été découvertes par M. F. Rœmer, qui les a décrites dans un mémoire très intéres-

---

que le calcaire à *Chama ammonia* renferme, d'après M. d'Orbigny; car, ainsi que je l'ai dit plus haut, l'existence de ces espèces, au moins quant à présent, me paraît être fort problématique.

(1) Je suppose également que le *Radiolites Mantelli* est une *Sphérulite*, autant que j'en puis juger par la description que M. Woodward a donnée de cette espèce.

sant (1); ces espèces ne sont pas toutes également bien connues, mais il n'en est pas moins remarquable de voir qu'elles reproduisent dans cette contrée lointaine les formes les plus habituelles à nos Rudistes d'Europe; ce sont en effet des *Radiolites*, des *Sphærulites* et des *Caprines*, et non des types appartenant à des genres nouveaux.

Je terminerai ce mémoire, déjà beaucoup trop étendu, en rappelant que le terrain crétacé du sud-ouest et des contrées voisines de la Méditerranée seul renferme cette prodigieuse accumulation d'individus que nous offrent la plupart des espèces de Rudistes ; les dépôts crétacés du nord de la France et de l'Europe, au contraire, n'ont jusqu'ici fourni qu'un très petit nombre d'espèces représentées par de très rares individus. C'était donc dans la mer crétacée des régions méridionales que ces animaux rencontraient le milieu le plus favorable à leur développement, tandis que dans la mer crétacée du nord, des causes particulières qui, pendant longtemps encore, resteront inconnues des géologues, s'opposaient à la propagation de ces animaux, circonstance d'autant plus singulière que la mer crétacée du nord de l'Europe nourrissait la plupart des espèces de Mollusques céphalopodes, gastéropodes et acéphalés, de Brachiopodes et de Zoophytes qui peuplaient en même temps la mer crétacée des contrées méridionales.

Mais un fait important n'en restera pas moins acquis à la science : c'est que les rares individus appartenant aux espèces de *Rudistes* que l'on trouve dans les dépôts crétacés du nord occupent dans ces terrains des niveaux exactement parallèles à ceux où les mêmes espèces fourmillent dans les couches crétacées du sud-ouest, circonstance qui contribue à rendre l'étude du groupe des Rudistes plus intéressante encore pour les géologues.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Pl. XIII, fig. 1. — *Radiolites Bournoni*, Des Moulins, sp.

Individu de grandeur naturelle, scié longitudinalement d'avant en arrière, et dont la cavité des valves a été entièrement dépouillée de la gangue calcaire qui la remplissait. Cette figure montre les lames externes déposées par le bord du manteau sur toute la circonférence de l'ouverture de la coquille, et les lames de dépôt vitreux sécré-

(1) *Die Kreidebildungen von Texas und ihre organischen Einschlüsse* (Les formations crayeuses du Texas et leurs restes organiques), par Ferdinand Rœmer. Bonn, 1852.

tées par la surface externe du manteau, qui revêtent tout l'intérieur des valves, et forment en même temps l'appareil cardinal, ainsi que les apophyses destinées à fournir les attaches musculaires.

M, M. Grande cavité principale, logeant la plus grande partie des viscères de l'animal.

S, S. Cavité cardinale, communiquant largement avec la grande cavité (M) par tout l'intervalle qui sépare les deux dents cardinales.

G. Deuxième dent cardinale engagée dans sa fossette (*g*).

e. Apophyse pour l'insertion du muscle adducteur postérieur. Elle est soudée à la base de la dent cardinale voisine (G) par un pédicule assez grêle, circonstance qui détermine l'existence d'une large et profonde échancrure (*a*) entre cette dent et l'apophyse (*e*). Je considère cette échancrure comme étant destinée au passage de l'extrémité anale de l'intestin.

Ce magnifique exemplaire a été recueilli par M. Dufrénoy dans les calcaires jaunes crétacés de la vallée de la Couze (Dordogne). Il fait partie de la collection de l'École des mines.

Fig. 2. *Radiolites Bournoni*. — Valve supérieure, de grandeur naturelle, vue du côté antérieur ou buccal.

S. Région cardinale, dépourvue de l'arête cardinale qui existe chez les Sphérulites.

F. Première dent cardinale, montrant sa surface externe régulièrement cannelée.

G. Extrémité de la seconde dent cardinale.

d. Apophyse pour l'insertion de l'adducteur antérieur, vue par sa face externe, entièrement destinée à l'insertion du muscle.

e. Seconde apophyse vue par sa face interne.

Fig. 3. La même valve, vue du côté postérieur ou anal.

M. Cavité antérieure recevant une portion de l'animal.

G. Seconde dent cardinale, montrant sa face externe sillonnée régulièrement.

e. Apophyse pour l'insertion de l'adducteur postérieur, vue par sa face externe qui porte l'impression musculaire.

F. Extrémité de la première dent cardinale.

d. Face interne de l'autre apophyse musculaire.

Cette valve, dont la conservation est parfaite, provient d'un individu recueilli à Saint-Mametz (Dordogne) ; elle fait partie de la collection de l'École des mines.

Pl. XIV, fig. 1. — *Sphærulites Hæninghausi*, Des Moulins.

Valve supérieure, de grandeur naturelle, vue du côté antérieur.

d. Apophyse destinée à l'insertion du muscle adducteur antérieur.

e. Seconde apophyse plus saillante que la première, et qui est terminée par la surface d'attache du muscle postérieur. Cette apo-

physe (*e*) est séparée de la dent cardinale voisine (G) par une échancrure profonde (*a*) destinée au passage de l'extrémité anale du tube intestinal.

F. Première dent cardinale.

G. Seconde dent cardinale. Elles sont toutes deux brisées à leur extrémité.

Cette pièce remarquable provient des environs de Ribérac ; elle fait partie de la collection de l'École des mines.

Fig. 2. La même, montrant sa cavité tout entière.

A. Arête cardinale, formée de deux lames de dépôt vitreux superposées l'une à l'autre, depuis le bord cardinal jusqu'au point où elles se séparent pour produire la cavité (V).

d. Apophyse pour l'insertion du muscle adducteur antérieur.

e. Surface d'attache de l'adducteur postérieur, placée à l'extrémité de la seconde apophyse, dans un plan perpendiculaire à l'axe de cette apophyse.

F. Première dent cardinale tronquée à son extrémité.

G. Seconde dent cardinale.

M. Cavité antérieure logeant la plus grande portion du corps de l'animal.

U, U. Cavités postéro-dentaires, situées en arrière de la charnière et de chaque côté de l'arête cardinale : elles sont remplies de lames irrégulières qui produisent dans les moules de cette coquille les cônes criblés de cavités, constituant pour M. Ch. Des Moulins l'appareil accessoire des birostres.

Fig. 3. La même valve, vue du côté postérieur.

A. Sillon externe correspondant à l'arête cardinale.

V. Cavité située à l'extrémité de l'arête cardinale et au droit de la charnière.

U. Cavité postéro-dentaire.

F. Première dent cardinale.

G. Seconde dent cardinale.

e. Apophyse terminée par la surface d'attache du muscle adducteur postérieur.

a. Canal pour le passage de l'intestin.

Fig. 4. La même valve, vue du côté cardinal.

A. Sillon externe correspondant à l'arête cardinale.

V. Cavité située à l'extrémité de l'arête cardinale.

U. Cavité postéro-dentaire.

F. Première dent cardinale.

G. Seconde dent cardinale.

d. Apophyse pour l'insertion de l'adducteur antérieur.

e. Apophyse terminée par la surface d'attache du muscle adducteur postérieur.

Pl. XV, fig. 1. — *Hippurites cornu-vaccinum*, Bronn.

Valve inférieure, de grandeur naturelle, entièrement dépouillée de la gangue qui en obstruait les cavités.

A. Arête cardinale.
B. Premier pilier.
C. Second pilier.
D. Empreinte du muscle adducteur antérieur.
E. Empreinte de l'adducteur postérieur, contiguë à celle de l'autre muscle.
f. Fossette destinée à recevoir la première dent cardinale (F) de la valve supérieure.
g. Fossette pour la seconde dent cardinale (G).
h. Fossette pour la troisième dent cardinale (H).
m, *m'*. Cloison se dirigeant de la partie antérieure (*m*) du premier pilier (B) vers la base (*m'*) de l'empreinte musculaire (D), et séparant les fossettes dentaires de la grande cavité (M) antérieure, où se loge la plus grande portion du corps de l'animal.
M. Cavité antérieure destinée à l'animal.
p. Cloison séparant la fossette (*f*) de la cavité (U).
U. Cavité postéro-dentaire, dont la dimension est déterminée par le grand développement que l'arête cardinale a pris dans cette espèce.

Cette valve inférieure provient des environs de Bugarach (Corbières) ; elle a été donnée à l'École des mines par M. de Verneuil.

Fig. 2. *Hippurites cornu-vaccinum*, Bronn. — Individu de grandeur naturelle, montrant la valve supérieure.

A. Sillon extérieur correspondant à l'arête cardinale.
B. Sillon correspondant au premier pilier.
C. Sillon correspondant au second pilier.
b. Premier oscule.
c. Second oscule.

La surface de la partie centrale de la valve est détruite, ce qui permet de voir les canaux irréguliers qui se dirigent du sommet vers le contour extérieur de la coquille.

Cet exemplaire, provenant du port de Figuières, près de Marseille, a été donné à l'École des mines par M. Matheron.

Fig. 3. *Hippurites cornu-vaccinum*, Bronn. — Valve inférieure, de grandeur naturelle, sciée transversalement et polie. On distingue très nettement les deux systèmes de couches qui composent le test.

A. Section de l'arête cardinale.
B. Section du premier pilier.
C. Section du second pilier.
F. Section de la première dent cardinale, étroitement enchâssée dans son alvéole.
G. Coupe de la seconde dent cardinale et de son alvéole.

H. Coupe de la troisième dent cardinale et de son alvéole.
m, *m'*. Cloison antéro-cardinale.
p. Cloison séparant la charnière de la cavité (U).
M. Cavité antérieure pour l'animal.
U. Cavité postéro-dentaire.

Cet exemplaire, provenant des Corbières, a été donné à l'École des mines par M. Oscar Rolland du Roquan.

Fig. 4. *Hippurites dilatatus*, Defrance. — Valve inférieure, de grandeur naturelle, sciée transversalement et polie.

A. Section de l'arête cardinale, réduite dans cette espèce à un simple repli très peu saillant dans l'intérieur de la coquille.
B. Section du premier pilier.
C. Section du second pilier. On voit que les deux piliers sont bien plus espacés que ceux de l'*H. cornu-vaccinum*, et qu'ils ont de toutes autres dimensions.
F. Coupe de la première dent cardinale et de son alvéole.
G. Coupe de la seconde dent cardinale et de son alvéole.
H. Coupe de la troisième dent cardinale et de son alvéole.
M. Cavité destinée à recevoir l'animal ; elle est remplie par une gangue formée de calcaire noir, compacte.

La cavité postéro-dentaire (U), qui acquiert un si grand développement dans l'*H. cornu-vaccinum*, devait nécessairement manquer à cette espèce chez laquelle l'arête cardinale est à peine saillante.

Cet individu, provenant des Corbières, fait partie de la collection de l'École des mines.

M. d'Omalius d'Halloy fait, au nom de M. Dewalque, la communication suivante :

Observations sur l'âge des grès liasiques du Luxembourg, par M. G. Dewalque.

La question de l'âge des grès d'Hettange et de Luxembourg est aujourd'hui bien près d'une solution généralement acceptée ; chacun admet qu'ils forment une sorte de lentille dans le lias inférieur, mais il y a encore de graves dissidences sur la manière dont cela a lieu, et un point capital est encore controversé, je veux dire l'âge relatif et les rapports stratigraphiques de ces grès avec le calcaire sableux inférieur et le calcaire à Gryphées arquées du département des Ardennes. La Société connaît l'opinion que j'ai essayé de faire prévaloir, il y a près de trois ans, dans deux notes que j'ai eu l'honneur de lui présenter sur le lias de cette contrée ; ces notes, dont la première ren-

ferme un profil théorique de toute cette formation sableuse, n'étaient que le développement d'une opinion que j'avais admise, en 1851, avec M. Chapuis, après avoir vérifié sur les lieux les assertions de nos maîtres, MM. d'Omalius d'Halloy et Dumont. La discussion que ce travail a provoquée m'a paru lui avoir été favorable, en dernier résultat, et je suis heureux de l'adhésion qu'il a rencontrée. Depuis lors, de nouveaux documents ont paru et je n'y ai rien trouvé qui ait pu me porter à modifier ma manière de voir; ce sont : la *Note* de M. E. Piette *sur les grès d'Aiglemont et de Rimoigne*, les *Observations* dont M. Hébert l'a fait suivre, et surtout la *Paléontologie de l'étage inférieur de la formation liasique de la province de Luxembourg* (*grand-duché*) *et de Hettange*, par M. Terquem. Je viens aujourd'hui soumettre à la Société quelques considérations critiques sur ce sujet; mais, auparavant, je la prie de me permettre quelques mots sur une question toute personnelle.

Dans la discussion à laquelle a donné lieu ma note sur le lias inférieur, M. Hébert m'a reproché de commencer par attaquer la Société tout en adoptant les résultats auxquels elle était arrivée. J'avais dit dans mon premier alinéa, sorte d'entrée en matière: « Quelques savants *sont venus dans notre pays*, mais on n'a pas reconnu, faute de temps, sans doute, leurs véritables relations (des grès de Luxembourg), et le *Bulletin de la Société géologique de France* renferme à ce sujet des opinions que nous ne pouvons laisser accepter par la science. » M. Hébert en conclut: « Cette phrase ne peut évidemment s'appliquer qu'à la Réunion extraordinaire de Metz et aux opinions dont M. Hébert a été l'organe. »

Je regrette vivement, depuis que j'ai lu ces lignes, d'avoir été assez obscur pour que M. Hébert ait cru pouvoir m'attribuer une intention si éloignée de ma pensée; mais, dans ma pleine conviction, ce que j'ai dit ne pouvait évidemment pas s'appliquer à la Société et à M. Hébert *qui ne sont pas venus dans notre pays*. On peut s'assurer facilement que, si j'ai contesté l'exactitude d'observations faites chez nous, il n'en est point de même pour les faits que la Société a reconnus à Hettange et à Luxembourg, ce qui suffira, j'espère, pour montrer l'erreur où M. Hébert est tombé à mon égard. Quant au fond, chacun sait aujourd'hui qu'il s'agissait d'autre chose encore que de reconnaître si le grès de Luxembourg est sur ou sous le calcaire à Gryphées et qu'une troisième opinion le place dedans.

M. Piette s'est occupé de la faune des grès d'Aiglemont et de Rimoigne, autrement dit, du grès infra-liasique et du calcaire sableux inférieur; et ses nombreuses recherches, en enrichissant nos connaissances sur ce sujet encore peu connu, l'ont amené à démontrer par

la paléontologie que la première appartient au lias et que le second termine supérieurement le lias inférieur. Ces résultats cadrent entièrement avec l'opinion que j'ai cherché à démontrer; et, si M. Piette avait eu connaissance de mon travail, il aurait pu faire ressortir que les observations stratigraphiques et paléontologiques se confirment les unes les autres.

M. Hébert est loin de partager cette manière de voir; on sait que ce savant considère les fossiles de Rimoigne comme remaniés et les grès de cette localité comme appartenant au lias moyen. Si nous admettons, malgré l'opinion de M. Piette, le remaniement de ces fossiles, la preuve que M. Piette en tire tombe à néant sans qu'il en résulte que les grès soient du lias moyen. Observons d'ailleurs ce fait remarquable : que M. Piette a trouvé diverses coquilles caractéristiques d'Hettange dans des localités où un remaniement ne serait plus admissible, par exemple à Romery et à Féru. Pour établir son opinion, M. Hébert cite à son tour des espèces caractéristiques du lias moyen dans les carrières de La-Grange-aux-Bois, près de Warcq; mais je dois faire observer qu'elles n'appartiennent pas au calcaire sableux inférieur; non-seulement cette faune est propre au calcaire sableux moyen ou même supérieur, spécialement la *Terebratula numismalis* et la *Cardinia securiformis* que j'ai déjà signalées à ce niveau dans le grès de Virton; mais en outre le caractère minéralogique s'oppose à ce qu'on range le grès de la Grange-aux-Bois dans le calcaire sableux inférieur; c'est un calcaire sableux parfois argileux, gris bleu foncé ou brun, alternant avec des lits de marne brune ou grise et sableuse, par conséquent, bien différent du grès jaunâtre avec sable de même couleur qui constitue le calcaire sableux inférieur dans les environs.

M. Hébert considère l'extension des calcaires sableux sur les bancs de l'Ardenne, bien au delà des limites du calcaire à Gryphées, comme un nouveau caractère distinctif entre le lias moyen et l'inférieur, comme la marque d'une limite à respecter. Nous devons faire observer, pour justifier notre manière de voir, différente de celle de ce savant géologue, que cette disposition des calcaires sableux ne leur est pas spéciale, mais appartient à tous les étages secondaires. Chacun sait que, si l'on jette les yeux sur la carte géologique, on voit toutes les divisions secondaires venir successivement reposer sur le massif primaire de l'Ardenne depuis Attert au N. d'Arlon jusqu'à Hirson, ce qui prouve que cette partie de la terre ferme a subi un mouvement lent et continu d'abaissement vers l'O. ou le S.-O. pendant la période secondaire, mouvement marqué encore par la comparaison des cotes

d'altitude du poudingue rhénan et des étages secondaires, cotes qui diminuent de l'E. à l'O. Loin de nous de prétendre que cet abaissement a été régulier et uniforme; mais, par suite de sa continuité, nous ne pouvons accepter l'importance que M. Hébert a donnée comme moyen de délimitation à une partie de ce grand mouvement.

Somme toute, nous différons d'opinion avec M. Hébert sur des faits plus que sur des principes, et je m'en félicite : tandis qu'il considère les calcaires de Warcq et de Jamoigne comme du même âge que les marnes de Strassen et en continuité avec elles, je les regarde, au contraire, comme étant le prolongement de celles d'Helmsingen, et je tiens, d'autre part, le grès de Luxembourg comme continu avec le calcaire sableux inférieur dont un certain nombre d'assises sont contemporaines de celles de la marne de Strassen, celle-ci finissant par disparaître un peu à l'ouest d'Arlon. J'ai indiqué ailleurs ses limites ; il est inutile de les répéter ; j'attends le contrôle des géologues avec la confiance que l'on peut avoir dans une opinion qu'un long séjour sur les lieux et des recherches minutieuses ont chaque fois confirmée. C'est pour faciliter cette vérification que j'ai exécuté la carte des environs d'Arlon (1), là où est le nœud de la question. J'en ai recueilli les matériaux il y a près de trois ans; je ne l'ai pas publiée avec ma note parce que je ne les avais pas recueillis dans ce but et que je ne leur reconnais pas la rigueur de délimitation que l'on est en droit d'exiger d'une carte au 1/80,000; mais, si les difficultés de trouver des limites précises au milieu d'éboulements de marnes ou de sable ne sont pas une excuse suffisante, j'espère la trouver dans le but que je me propose aujourd'hui, l'indication typographique des limites de la marne de Strassen ne pouvant remplacer, pour le géologue voyageur, une mauvaise représentation graphique.

Je dois aussi faire remarquer que j'ai emprunté à la carte géologique de la Belgique par M. Dumont presque toutes les limites du trias et des schistes d'Ethe ou d'Aubange. J'ai indiqué la base du lias dans une petite partie du Grand-Duché, parce qu'il a été question plusieurs fois de la coupe d'Arlon à Locrelange ; mais il ne faut considérer cette partie que comme une indication de rapports de continuité ou de superposition, tout au plus comme une grossière approximation. Enfin, j'ai laissé en blanc la limite indécise entre le grès de Luxembourg et celui de Virton dans la partie occidentale de la province, après la disparition de la marne de Strassen.

Cela posé, on remarquera tout de suite l'allure régulière des di-

---

(1) Cette carte a été insérée dans les *Mém. de l'Académie R. de Belgique.*

verses subdivisions et le parallélisme de la marne de Jamoigne et de celle de Strassen. Toutes les limites remontent au N. dans le voisinage d'Arlon à cause d'un mouvement du sol qui atteint en ce point sa plus haute altitude, mouvement que M. Houzeau a reconnu appartenir au système Sardo-corse.

D'un autre côté, il est avéré : 1° que la marne de Jamoigne, représentée sur cette carte, se continue à l'O. vers Warcq., à l'E. vers Helmsingen ; 2° que la partie correspondante du grès de Luxembourg se continue à l'O. avec le calcaire sableux inférieur, à l'E. avec le grès de Luxembourg aux environs de cette ville ; 3° que notre marne de Strassen se continue à l'E. avec le même étage près de Luxembourg ; 4° que le grès de Virton va se réunir au calcaire sableux supérieur et moyen, au moins à l'O. Je crois tout le monde complétement d'accord sur tous ces points, de sorte que les preuves définitives se trouveront sur le territoire dont j'ai essayé de représenter la constitution géognostique.

L'observateur ne pourra éprouver de doute sur la continuité de la marne de Strassen que dans un seul point, à Viville, où elle m'a paru cachée sous un éboulement de sable plus considérable que d'ordinaire ; mais, en supposant une faille, celle-ci ne peut être bien considérable, car le calcaire à Gryphées arquées se rencontre *incontestablement* à son niveau normal à l'ouest de ce point, sur la rive gauche de la Semois. J'insiste d'autant plus sur ce point, que M. Terquem a assuré que j'avais pris les marnes ocreuses à *Gryphæa cymbium* de la Papeterie sous Heinsch pour des marnes à Gryphées arquées. Voici ce qui en est : vers le milieu du chemin creux qui conduit de la grande route au bâtiment dit la Papeterie (Bommel Hoff, sur la carte), on passe de la marne de Strassen sur le grès de Luxembourg ; l'inclinaison de celui-ci est d'environ 2° 1|2, prise dans le sens du chemin, c'est-à-dire du N. au S. Si, de là, on vise au N.-E., à la limite du grès supérieur de Luxembourg à Heinsch, préalablement reconnue, on obtient une inclinaison d'environ 2°. Il faut observer que cette direction est bien moins que la première dans le sens de la plus grande pente, ce qui explique pourquoi l'inclinaison est moindre. Ainsi on peut donc admettre que les marnes qui se trouvent un peu plus au S. sont les mêmes que les marnes à Gryphées arquées de Heinsch, dans le prolongement desquelles elles se trouvent. Dans la vallée, on observe parfaitement le grès de Luxembourg avec ses fossiles supérieurs, l'*Hettangia ovata* et les *Cardinia copides* et *C. crassiuscula* entre autres. Je sais que quelques-uns trouveront dans ces fossiles la preuve que ce grès n'est pas le grès de Luxem-

bourg; mais on changera d'avis quand on aura rencontré la Gryphée arquée dans les marnes de la Papeterie comme dans celles de Heinsch; et je puis assurer qu'il ne peut rester de doute sur l'espèce; j'en possède des individus très caractérisés.

Il me reste à passer en revue l'étude stratigraphique du lias inférieur dont M. Terquem a fait précéder son précieux travail paléontologique. Dans l'intérêt d'une prompte solution, j'aurais désiré y trouver des faits pour motiver sa manière de voir; je regrette que, en rejetant une opinion basée sur des faits locaux exposés en détail et susceptibles de vérification rigoureuse, M. Terquem se soit borné, comme on va le voir, à donner ses conclusions, en disant qu'il se contente d'exposer succinctement ce qu'il a vu et examiné, sans même l'appuyer d'aucune démonstration.

I. « Le grès d'Helmsingen, Locrelange, Martinsart, etc., termine la formation des marnes irisées et ne saurait être compris dans la formation liasique; il est en discordance avec le calcaire gréso-bitumineux et concorde avec les marnes irisées. » Voilà un fait capital en opposition directe avec ce que tout le monde a reconnu jusqu'ici. Je ne sais ce qu'en diront les savants; il y en a encore, et du premier rang, qui considèrent le grès de Martinsart comme l'équivalent de celui de Luxembourg; quant à moi, je serai bien aise de savoir où M. Terquem a vu et examiné cette discordance.

II. « Dans le sens de l'inclinaison, le grès (de Luxembourg) plonge tout à coup et disparaît; on le trouve encore derrière Bonnert, dans la direction de Locrelange au delà d'Arlon; mais il ne se montre plus en face d'Attert, où les marnes du calcaire à Gryphées arquées reposent directement sur les marnes irisées; par conséquent *on ne saurait constater la présence du grès de Luxembourg le long de la couche que forment les Ardennes au nord*... L'étage des marnes d'Helmsingen ne se produit plus au delà de la ligne qui passe par Helmsingen, Luxembourg, Locrelange, Altwisse... *Le calcaire de Jamoigne ne peut être identique avec cette assise et ne saurait s'y rapporter... Cette première assise liasique n'appartient pas à l'assise du calcaire à Gryphées arquées et n'en représente pas les premiers bancs... Le grès de Luxembourg et d'Hettange est un grès infra-liasique; le calcaire à Gryphées arquées lui est supérieur et constitue une formation distincte et de beaucoup postérieure au grès. Le calcaire à Gryphées arquées qui se trouve à Hettange constitue les bancs les plus inférieurs de cette assise.* »

J'ai cru devoir citer textuellement, parce que ces lignes renferment tout, faits et théories.

Il y a quatre ans, M. Poncelet avait signalé (1) le grès de Luxembourg jusqu'à Heinsch, recouvert régulièrement par le calcaire à Gryphées arquées de Strassen (à notre avis, il continue plus loin, mais ce calcaire à Gryphées arquées cesse de se montrer ici; peu importe pour le moment). C'est à propos de cette opinion que je disais qu'il fallait, pour que cela fût exact, des failles que je n'avais jamais pu constater, et qu'il serait même difficile, en les admettant, d'expliquer le prolongement de la marne à Gryphées arquées de Jamoigne vers Helmsingen et Strassen à la fois. Aujourd'hui M. Terquem nie la continuité des marnes d'Helmsingen et de Locrelange avec celles de Metzert et de Jamoigne; cette continuité, exprimée sur ma carte des environs d'Arlon, est un fait que j'abandonne sans crainte à la vérification la plus rigoureuse. Cette discontinuité ne pouvait être que l'effet d'une faille : M. Terquem a vu le grès de Luxembourg disparaître entre Bonnert et la route d'Arlon à Attert, à un kilomètre de là; entre les deux points, le grès plonge brusquement dans le sens de l'inclinaison (ce serait dans le sens de la direction); j'espère que l'on trouvera, comme moi, que le grès constitue évidemment cette ligne de collines escarpées qui s'étend de Thiaumont, à l'ouest, vers Mersch, à l'est; dans le Luxembourg, où l'on s'occupe beaucoup de géologie aujourd'hui, je ne connais personne qui en doute. En face d'Attert, le calcaire à Gryphées arquées reposerait sur les marnes irisées : au contraire, on observe parfaitement l'étage des sables et grès de Martinsart à un kilomètre au sud d'Attert, au chemin qui va de la grand'route à Schadeck; je suis heureux, d'ailleurs, que M. Terquem ait reconnu cette marne pour de la marne à Gryphées arquées, parce que c'est de la marne de Jamoigne, *sous le grès*. En fait, on trouve la coupe telle que nous l'avons figurée dans notre note sur le lias inférieur, après M. Dumont d'ailleurs; elle est identique avec celle d'Arlon à Locrelange, que M. Terquem admet. Ce qui n'est pas peu étonnant, c'est que ce savant paléontologiste n'ait pas vu la marne à Gryphées arquées supérieure ou de Strassen qui s'y trouve au haut de la montée de Metzert à la Belle-Vue; il y a là, à côté de la route, une vielle marnière où l'on peut recueillir une quantité de Gryphées arquées, type et variétés.

On voit que tout ceci n'est qu'une affaire de détermination stratigraphique. J'ai peu de choses à ajouter sur le reste; ainsi, on peut appeler le grès de Luxembourg infra-liasique, quand on définit ce mot : appartenant au lias inférieur; cela est d'autant plus loisible que

(1) *Note sur le terrain liasique du Luxembourg*, 1852 (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, t. IX, 2e sér., p. 569-573).

le grès de Martinsart est éliminé du lias; mais alors ce mot devient synonyme de sinémurien; ce n'est certes pas la définition de M. Hébert, mais c'est encore bien moins l'acception univoque qu'on lui donnait généralement il y a quelques années. Quant à la question de savoir si le calcaire à Gryphées supérieur constitue une formation distincte et de beaucoup postérieure au grès, j'ai déjà dit ailleurs pourquoi je la résolvais négativement dans la province de Luxembourg; je ne serais pas gêné pour admettre le contraire à Hettange; j'indiquerai même tantôt un fait qui porterait à l'admettre; seulement, je prie qu'on ne me fasse pas donner trop d'extension à cette expression *de beaucoup postérieure.*

Comme application topographique, M. Terquem a donné trois coupes prolongées jusqu'à l'oolithe de Longwy. La première est la même que ma coupe d'Arlon à Locrelange (1); la troisième est celle de Luxembourg. J'adopterais la seconde en interprétant autrement le grès de Belle-Fontaine qui est, pour moi, du grès de Luxembourg, et non du grès de Virton; il faut, en outre, qu'il y ait une faute d'impression grave à Valensart, ce village étant sur le même grès que le précédent, au sud de la marne de Jamoigne, tandis qu'il serait au nord, si c'étaient des grès de Martinsart; j'ajouterai que ce dernier étage ne m'est pas connu dans cette direction; on devra le chercher un peu plus à l'est.

M. Terquem assure que, dans notre *Description des fossiles secondaires de Luxembourg*, nous avons confondu, mon ami M. Chapuis et moi, le grès de Luxembourg avec celui de Virton, et il ajoute que, par un retour à ses opinions, j'ai admis plus tard, en partie, sa manière de voir en acceptant l'étage du grès de Virton et en le rangeant dans le lias moyen. Ce dernier point est complétement inexact; sans renvoyer M. Terquem à d'autres pièces, je le prierai de comparer notre introduction et ma seconde note; il pourra s'assurer que le grès de Virton n'est pas autre chose que le sable d'Aubange de 1851. Quant aux fossiles, il n'y a eu que quatre espèces déclassées pendant l'impression du texte et reportées à leur étage dans le tableau synoptique. Les travaux de M. Terquem sont trop importants et son opinion a trop de poids auprès des paléontologistes pour que je ne proteste pas contre une erreur géologique qu'il nous reproche en beaucoup d'endroits. J'affirme de nouveau que la plupart des espèces que nous avons indiquées dans le grès de Luxembourg proviennent du grès inférieur au calcaire à Gryphées de Strassen; peu d'entre elles

(1) *Valkringen* est sans doute une faute typographique pour *Wolkringen*, nom allemand de *Wolkrange*.

se rencontrent seulement dans la partie occidentale de la province, où la marne de Strassen ne se montre plus, c'est-à-dire, où l'âge du grès pourrait être indécis. Il est bon de noter que dans la plupart des localités indiquées aux environs d'Arlon, le grès de Virton n'est constitué que de sables sans fossiles, sauf quelques bancs à Bonnert, avec l'*Ammonites multicostatus*, Sow., et que la présence de la marne de Strassen, admise ici par M. Terquem, eût seule suffi pour nous garantir de l'erreur. Pour en donner un exemple, nous avons décrit un *Isastrea condeana*, n. sp., du grès de Luxembourg des environs d'Arlon, route de Mersch, de Fouche, etc. M. Terquem classe cette espèce dans le lias moyen, parce qu'il y rapporte les grès de Fouche, où la marne de Strassen a disparu. Mais chacun pourra s'assurer, et M. Terquem ne l'ignore pas, que les carrières de la route de Mersch appartiennent de la manière la plus évidente au grès de Luxembourg, sous la marne de Strassen, avec sa faune caractéristique. Par conséquent, si l'opinion de M. Terquem sur l'âge des grès de Fouche est exacte, notre espèce appartient au lias inférieur et au lias moyen (sauf confusion d'espèces); suivant nous, c'est le même étage dans les deux localités; la paléontologie confirme la stratigraphie. La même chose a lieu pour presque toutes nos espèces; je citerai encore la *Cardinia copides*, de Ryckh., que j'ai indiquée depuis comme caractérisant les assises supérieures du grès de Luxembourg *sous la marne de Strassen*, avec l'*Hettangia ovata*, Terq., espèce dont ce savant ne paraît pas avoir connaissance; il place notre Cardinie dans le lias moyen après en avoir fait une nouvelle espèce sur des caractères qui, pour le dire en passant, sont tout à fait insuffisants. Je ne pousserai pas plus loin ces observations paléontologiques; je ferai seulement remarquer, pour finir, que, si le grès d'Hettange a été émergé avant le dépôt de la marne de Strassen qui l'a recouvert plus tard, il n'y a rien d'étonnant à ce qu'on n'y trouve pas les espèces qui vivaient chez nous pendant cette émersion qui n'eut pas lieu dans notre pays.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante adressée à la Société par M. Raulin.

Le cahier qui contient la séance du 3 novembre 1856 vient d'être distribué. Toute personne qui lira à la page 55 la *Notice sur la formation crétacée du département de la Charente* pourrait certainement croire que tous les géologues sont d'une opinion différente de celle de l'auteur, par rapport au classement de la partie supérieure du terrain crétacé du S.-O. de la France. Pourtant une telle

croyance serait une profonde erreur ; car l'opinion émise d'abord par M. Dufrénoy a trouvé fort peu de partisans dans le pays, malgré l'appui qu'est venu lui prêter M. d'Archiac en 1846, lorsqu'il eut abandonné celle qu'il avait publiée en 1843. La plupart des géologues du S.-O. pensent comme M. Coquand, et qui plus est ont publié leur opinion dans le *Bulletin* avant qu'il eût commencé en 1848 ses explorations pour la carte géologique de la Charente. En effet, M. J. Delbos, le 3 mars 1847 (IV, 714), identifiait avec la craie blanche du nord de la France, d'après leurs fossiles, les craies de Dax, de Villagrain (Gironde), de la Saintonge et du Périgord; M. Ch. des Moulins, les 18 janvier et 21 juin de la même année (IV, 423 et 1144), rapportait les silex crétacés de Lanquais (Dordogne) à la craie de Maëstricht, en annonçant que son opinion était partagée par M. de Collegno; moi-même, j'imprimais dans la séance du 10 janvier 1848 (V, 120), « sur 20 espèces d'échinodermes du Pé-
» rigord, et de Talmont et de Royan, qui se retrouvent ailleurs,
» 5 seulement se trouvent exclusivement dans la craie chloritée;
» toutes les autres appartiennent soit à la craie blanche, soit à la craie
» de Maëstricht. Je n'hésite donc pas à croire que la Saintonge et le
» Périgord possèdent le représentant de la craie blanche de Paris et
» fort probablement, comme le croit M. Ch. des Moulins, l'analogue
» de celle de Maëstricht dans les parties tout à fait supérieures. »

Dans une note, je me servais uniquement du catalogue des échinodermes de MM. Agassiz et Desor ; je ne faisais pas la moindre allusion à ce qu'avaient pu me suggérer les excursions que j'avais faites sur le terrain crétacé des deux Charentes et de la Dordogne pendant les deux premières années (1846 et 1847) de mon séjour à Bordeaux. M. d'Archiac, l'ayant fait suivre de quelques lignes de protestation, dès que j'en eus connaissance, j'exprimai, le 19 juin 1848 (437), mon opinion personnelle de la manière suivante : « La découverte
» d'un seul individu de l'*Ammonites lewiensis*, au milieu du banc
» de Sphérulites, dans les falaises de Saint-Georges-de-Didôme (Cha-
» rente-Inférieure), n'a pu jusqu'à présent contre-balancer pour moi
» la présence des Ananchytes et l'existence de cette prodigieuse
» accumulation d'Huîtres (*Ostrea vesicularis*, var., A) que l'on suit
» depuis l'embouchure de la Gironde jusqu'au centre du départe-
» ment de la Dordogne. Si des observations et des réflexions ulté-
» rieures me portent un jour à adopter l'opinion exprimée en 1846
» par M. d'Archiac dans la deuxième partie des *Études*, p. 137, je
» ne manquerai pas d'en faire promptement l'aveu. » Les neuf années qui se sont écoulées n'ont pas suffi.

En 1851, M. d'Archiac protesta encore contre mon opinion et

celle de M. des Moulins dans son *Histoire des progrès de la géologie* (IV, 461). Mais M. Delbos, en répondant à MM. Crouzet et de Freycinet, le 26 juin 1854 (XI, 530), mit les premier et deuxième étages de M. d'Archiac en parallèle avec la craie de Maëstricht et la craie blanche, opinion qu'il reproduisit quelques mois plus tard dans sa thèse pour le doctorat. Quant à moi, j'avais fait en 1849, 1850 et 1851, un grand nombre de nouvelles excursions dans les trois départements précités, et je n'étais pas le moins du monde convaincu de la bonté des raisons de M. d'Archiac; aussi ne manquai-je point l'occasion qui m'était offerte d'imprimer le passage suivant (p. 17) dans une notice tirée à part en 1853, et qui parut dans les *Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux* en 1854 : « Contrairement à l'opinion qu'il avait émise » d'abord, et qui est celle de tous les géologues du pays, et par suite » d'idées purement théoriques, M. d'Archiac n'admet plus main- » tenant que la craie blanche de Paris soit représentée dans l'Aqui- » taine; mais cette opinion, qui est celle des auteurs de la carte » géologique de la France, n'est pas goûtée des Aquitains. La pré- » sence d'Ananchytes dans des couches entièrement blanches, puis » celle de milliards d'*Ostrea vesicularis* dans des couches super- » posées, et celle de fossiles identiques avec ceux de la craie de » Maëstricht dans les parties tout à fait supérieures, leur paraissent » des arguments plus forts que toutes les théories possibles, et leur » font croire que dans l'Aquitaine le terrain crétacé est aussi complet » pour la partie supérieure, que dans le nord de l'Europe. »

Je pourrais certainement citer encore M. Manès, bien qu'en parlant du groupe de la craie à *Ostrea vesicularis*, de la formation de la craie supérieure (*Statist.*, 161. — 1853), il n'ait établi d'autre rapprochement avec le bassin de Paris que celui qui ressort de l'examen de son tableau général des formations. Enfin, si je voulais sortir de l'Aquitaine, je rencontrerais bien vite M. Alc. d'Orbigny, qui, après avoir rapporté, dans la *Paléontologie française*, à la craie chloritée les céphalopodes et les gastéropodes des calcaires supérieurs, s'est décidé à mettre ces roches dans la craie blanche ou étage sénonien à la fin de 1843, peu après avoir commencé les acéphales (III, 82). Cette même classification fut reproduite dans le *Cours élémentaire* (II, 669. — 1852), où se trouve l'énumération des principales localités dans les trois départements précités.

Aucun des observateurs que je viens de citer n'a publié de longs mémoires pour développer son opinion; après ceux de M. d'Archiac, qui avait exposé les faits avec méthode et vérité, quelques lignes leur suffisaient pour dire sur quel point théorique il leur était im-

possible de se trouver d'accord avec lui. Mais aujourd'hui, avec celui de M. Coquand, ils ne peuvent s'abstenir de rappeler que les conclusions auxquelles il a été conduit par huit années d'études sont radicalement conformes à celles des géologues aquitains, y compris la mienne basée sur six années d'observations, et ne diffèrent véritablement pas de ce qui a été écrit par eux. Il n'y a pas la moindre divergence, car ils admettent parfaitement l'existence de la craie blanche de Meudon et de celle de Maëstricht dans le S.-O.; et pour ma part je suis loin de croire que mon collègue se soit exposé à un reproche justement mérité d'imprudence et d'innovation. S'il y a eu hardiesse à mettre en avant des opinions qui ne sont pas celles de MM. Dufrénoy et d'Archiac, surtout après la publication de l'*Histoire des progrès de la géologie*, l'initiative n'est pas due et la responsabilité ne doit pas incomber à M. Coquand; elles appartiennent bien pour la plus grande part aux géologues du sud-ouest, qui se sont tenus incessamment sur la brèche pour défendre, quel que fût l'assaillant, ce qu'ils considèrent comme la vérité.

Quant au classement de la partie inférieure du terrain crétacé du sud-ouest de la France, le mémoire de M. Coquand renferme une autre conclusion qui semble entièrement nouvelle et lui appartenir bien réellement : c'est celle qui est relative à l'absence des couches contemporaines de la craie chloritée de Rouen dans la Saintonge et le Périgord, et au placement des couches crétacées les plus inférieures de cette région sur un horizon plus élevé. Le point de départ de cette nouvelle classification est la position des couches à *Ostrea biauriculata* et *Exogyra columba* que M. Coquand regarde comme supérieures à la craie des Ammonites de Rouen; pour cela il s'appuie principalement sur une coupe prise à Saint-Paulet, près du Pont-Saint-Esprit (Gard), où, dit-il (p. 62), des couches avec *Ostrea columba* se trouvent beaucoup au-dessus de celles qui renferment une partie des espèces de la craie de Rouen.

Mais en est-il véritablement de même dans le pays classique de ces deux espèces si abondantes et si caractéristiques, c'est-à-dire dans le sud-ouest du bassin de Paris? C'est ce qui n'est nullement démontré par la coupe théorique de la Sarthe empruntée à M. Triger (p. 98), car celle-ci n'a que la valeur d'une simple assertion, l'auteur n'y ayant rien inséré qui puisse mettre sur la trace des raisons qui le portent à admettre que la craie de Rouen viendrait s'y placer immédiatement au-dessus du Kimmeridge-clay et au-dessous du système sableux du Mans. Le contraire paraît ressortir bien nettement des études qui ont été faites dans cette partie de la France par M. d'Archiac (*Mém. Soc. géol.*, 1846, et *Hist. prog. géol.*, 1851) et par

moi-même dans le Sancerrois (*Mém. Soc. géol.*, 1847). En effet, à la Motte d'Humbligny, au nord de Bourges, la craie inférieure, déjà sableuse, renferme les principaux fossiles de Rouen et du département de l'Yonne. De là elle passe, vers l'ouest, à la craie sableuse micacée de la Touraine, qui renferme encore à Sainte-Maure les Ammonites les plus caractéristiques de Rouen, et que l'on voit reposer au Port-la-Pile, au confluent de la Creuse et de la Vienne, sur des argiles remplies d'*Exogyra columba* et d'*Ostrea biauriculata*. Plus à l'ouest, autour de Saumur, et de l'autre côté de la Loire jusqu'au delà de La Flèche, ces argiles continuent d'être recouvertes par des craies micacées qui sont bien les mêmes, quoique les espèces caractéristiques de Rouen ne s'y rencontrent plus.

C'est donc avec une grande circonspection que la conclusion de M. Coquand doit être accueillie; on ne peut se montrer disposé à la prendre en sérieuse considération que lorsque M. Triger ou tout autre géologue s'apprêtera à donner toutes les preuves nécessaires pour démontrer que, contrairement à ce que tout le monde a admis jusqu'à présent, la craie de Rouen forme un horizon spécial au-dessous des couches crétacées les plus inférieures des environs du Mans. Lorsque ce fait si important pour le bassin de Paris aura été établi, l'opinion de M. Coquand devra nécessairement être adoptée, car, ainsi qu'il le dit lui-même en finissant, la coupe de la Sarthe et de l'Anjou de M. Triger se rapporte pour ainsi dire, terme pour terme, aux divisions de la Saintonge et du Périgord. Mais la démonstration sera-t-elle donnée? Prouvera-t-on, par des faits inconnus jusqu'à présent, que tout le système sableux à fossiles spéciaux du Mans vient s'intercaler entre le lit à Ammonites et la craie moyenne qui le recouvre dans les carrières de la Montagne-Sainte-Catherine? C'est ce dont, pour ma part, je suis plus que disposé à douter.

A la suite de la lecture de la lettre de M. Raulin, M. Hébert fait la communication suivante :

Rapports de la CRAIE GLAUCONIEUSE *à* Ammonites varians *et* rothomagensis, Scaphites æqualis, Turrilites costatus, *etc.*, *de Rouen*, *et des* GRÈS VERTS *du Maine*, par M. Hébert.

La position nouvelle assignée par M. Coquand au *grès vert* du Mans, par suite d'une communication de M. Triger (1), a surpris

(1) Séance du 3 décembre 1855, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XIII, p. 118.

beaucoup de géologues. Je demande la permission d'entrer à mon tour dans quelques détails de nature à lever tous les doutes, en même temps qu'ils feront connaître de quelle manière ce fait important pour la classification des assises crétacées s'est trouvé établi.

En avril 1854, faisant, avec quelques-uns de mes élèves de l'École Normale, une exploration géologique dans la Sarthe, j'acceptai avec reconnaissance de M. Triger l'offre de me servir de guide. Le rendez-vous fut fixé à Nogent-le-Rotrou, et le 9 au soir je trouvais M. Triger à la station de cette ville. Nous avions vu, chemin faisant, sur la ligne ferrée, la craie marneuse exploitée aux environs de Courville et de la Loupe sous l'assise épaisse de craie ou d'argile à gros silex qui la recouvre. A Bretoncelles nous avions constaté la présence des grès verts ou sables ferrugineux remplis d'*Ostrea columba*, *O. carinata*, *Janira phaseola*. Enfin, à Nogent une craie grise et micacée, glauconieuse à la base, nous avait fourni entre autres fossiles :

Nautilus elegans.
Ammonites varians.
— *rothomagensis.*
Turrilites costatus.
Scaphites æqualis.
Baculites baculoides.

Pour moi cette craie de Nogent était bien la craie à Ammonites de Rouen ; seulement je n'avais pas bien vu les rapports de ces trois assises, des vallées se trouvant au contact, et le chemin de fer y passant en remblai. Mais, nourri des idées reçues dans la science, je ne faisais aucun doute que, selon l'opinion commune, les grès verts à *O. columba* ne fussent la partie inférieure du système.

En arrivant à Nogent je communiquai immédiatement à M. Triger mon opinion sur les rapports de cette craie inférieure de Nogent et de celle de Rouen. Alors mon honorable confrère, qui n'avait point encore étudié la craie hors du département de la Sarthe, mais qui venait de son côté d'examiner ces couches crayeuses, m'affirma que, s'il en était ainsi, la craie de Rouen était inférieure au grès vert du Mans. Étonné de cette assertion, je protestai d'autant plus vivement, que les autorités sur lesquelles je m'appuyais étaient plus élevées dans la science, et que je n'avais pas encore eu l'occasion de reconnaître combien étaient exercés le coup d'œil et le tact expérimental de mon compagnon de route. M. Triger s'engagea à me fournir les preuves de ce qu'il avançait ; mais il dut remettre cette tâche à une autre époque, cette excursion, destinée à montrer à mes élèves la série des terrains de la Sarthe, nous entraînant vers Mamers par Bellême,

c'est-à-dire à l'opposé des points où la question en litige pouvait être étudiée.

Ce ne fut que dix-huit mois plus tard, en octobre 1855, qu'au retour d'un voyage géologique dans l'Ouest, je vins au Mans réclamer l'exécution de la promesse que M. Triger m'avait faite.

M. Triger me conduisit d'abord sur la route de Ballon à Bonnétable, dans les carrières de la Paysanterie, qui sont à égale distance de ces deux villes, à peu près au lieu indiqué les *Montagnes*, sur la carte de l'État-Major, et qui dépendent de la commune de Mézières-sous-Ballon. Il m'y fit voir : 1° à la partie supérieure, une assise de craie tuffeau blanche, contenant de nombreux bryozoaires, *Terebratula Bourgeoisii*, *Ostrea columba*, var. major, couche que je connaissais parfaitement pour l'avoir suivie à deux reprises différentes sur plusieurs lieues d'étendue, dans la vallée du Loir, entre le Lude et Montoire, où elle recouvre les assises caractérisées par *Ammonites papalis*, *A. Deverianus*, etc., *Panopæa ligeriensis*, etc.; 2° au-dessous, une série de couches d'une épaisseur totale de 14 mètres, dans la partie inférieure desquelles, comme en Touraine, est le tuffeau exploité, et où se trouve l'*Inoceramus mytiloides*, Mantell (*I. problematicus*, d'Orb., *Mytiloides labiatus*, Brong.), fossile dont la place a été fixée, d'une manière si nette pour l'époque, par A. Brongniart (1), à la base de la craie marneuse, et qui, en réalité, y forme un horizon bien marqué; 3° les *grès verts* du Maine, caractérisés par *Terebratula Menardi*, les sables et grès grossiers d'un rouge vif, connus sous le nom de *roussard*, etc., et montrant à 500 mètres de là, à leur partie supérieure, une couche remplie d'*Ostrea biauriculata*.

Ces premières observations prouvaient déjà que dans ces régions il n'y avait rien d'intercalé entre la craie marneuse à *I. mytiloides*, base de la craie de Touraine, et les grès verts du Mans.

Le lendemain nous arrivions à Nogent-le-Bernard; sur notre route nous avions vu la partie inférieure du grès vert devenir calcaire et marneuse; à 3 kilomètres au S. de Nogent-le-Bernard, une carrière ouverte sur le bord de la route, auprès du hameau de La Roche, dans ces couches inférieures des grès verts, nous avait montré, intercalés dans les sables ferrugineux, des lits de tuffeau gris renfermant les mêmes fossiles que la zone à Orbitolites de Ballon, et surtout l'*Ammonites Mantelli* qui s'y rencontre en abondance. Immédiatement avant Nogent, auprès du ruisseau, nous vîmes au-

(1) *Descript. géol. des environs de Paris*, 3e édit., t. II, p. 317.

dessous des couches précédentes un tuffeau beaucoup plus glauconieux, dans lequel nous avons recueilli les fossiles suivants :

Ammonites varians.
Turrilites costatus.
Scaphites æqualis.
Pecten asper.
Catopygus carinatus, etc.

Ces couches qui ont 2 à 3 mètres d'épaisseur sont entièrement identiques par leurs caractères minéralogiques avec la craie chloritée de Rouen, du Havre et de la Madeleine près Bellême.

Dans un champ, à droite, une marnière était ouverte au-dessous de ces couches dans une assise de marne très sableuse, renfermant quelques nodules calcaires et une grande quantité d'*Ammonites rothomagensis*, et dont l'épaisseur visible pouvait être de 5 à 6 mètres.

Ma conviction se formait peu à peu. Il était difficile, malgré la différence générale des caractères minéralogiques, de ne pas voir dans ce massif de 10 à 15 mètres d'épaisseur le représentant de la craie chloritée de Rouen, et sa position au-dessous du grès vert commençait à me paraître incontestable ; mais je ne doutai plus, quand, ayant franchi le ruisseau, nous retrouvâmes, en montant au village, la même série de couches, savoir, de bas en haut :

1° La couche à *Ammonites rothomagensis ;* 2° la couche à *A. varians ;* 3° la couche à *A. Mantelli*, recouverte d'abord par les sables ferrugineux (*roussard*) fort épais, et s'élevant au-dessus du village ; ensuite des bancs de grès de 6 mètres d'épaisseur, caractérisés par *Janira phaseola* et tout à fait semblables à ceux des carrières de Gazonfières, au Mans ; et enfin la craie tuffeau blanche avec *Ostrea columba* et *O. carinata* à la base (1).

Toutes les couches se relevant vers le nord, les sables du *roussard* cessent au nord de Nogent-le Bernard ; l'assise inférieure, les *marnes grises* avec fossiles de la craie chloritée viennent s'appuyer sur le coral-rag de Saint-Côme qui est fortement dénudé et dont elles ont comblé les ravinements. La base des marnes grises devient très argileuse dans cette région ; elle est très glauconieuse et prend une

(1) C'est par une erreur que je ne m'explique pas qu'Alc. d'Orbigny (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 1re sér., t XIII, p. 356, 1842), qui a suivi le même chemin, reconnu et distingué les mêmes couches, recueilli les mêmes fossiles, a placé les sables ferrugineux au-dessous de la craie glauconieuse.

couleur verte très foncée ; on la voit au haut du coteau qui domine Igé, sur la route de Bellême. Ces argiles vertes peuvent se suivre jusqu'à la Ferté-Bernard, par la vallée de la Même ; on les rencontre au château de Lonné, à Cherreau près La Ferté, à la Perrière à 3 kilomètres au N. de cette ville, toujours recouvertes par les mêmes assises à *Ammonites rothomagensis*, *A. Mantelli*, *Turrilites costatus*, etc., qui deviennent plus calcaires qu'aux environs de Nogent-le-Bernard, et au-dessus desquelles se présentent les différentes assises du grès vert. C'est cette même argile verte que nous avons eu occasion de citer (1) sur la route de Nogent-le-Rotrou à Bellême.

La grande route de La Ferté-Bernard à Nogent-le-Rotrou reste, jusqu'au Theil, presque constamment ouverte dans le tuffeau à *Ammonites rothomagensis*. C'est dans cette région, à la limite du département de la Sarthe, que nous nous séparâmes, M. Triger et moi. Je le quittai, surpris que les relations stratigraphiques, qu'il m'avait fait constater d'une manière si nette, eussent échappé aux géologues éminents qui avaient précédemment étudié le pays, et, tirant de ma poche l'*Histoire des progrès de la géologie*, j'y cherchais les raisons qui avaient pu faire placer le *grès vert* du Mans dans le 4e étage de la craie tuffeau, tandis que la craie chloritée s'y trouve reportée deux étages plus haut, par-dessus les *marnes à Ostracées* qui en forment le troisième. M. d'Archiac, il est vrai, ne reconnaît pas la craie chloritée dans ces assises glauconieuses, où partout cependant nous avons rencontré exclusivement la faune de la craie chloritée ; aussi, bien que complétement convaincu, regrettais-je que la différence, qui n'est d'ailleurs pas bien considérable, des caractères minéralogiques, pût autoriser cette divergence d'opinion. En face de moi, j'avais la côte de Queux, à 1 kilomètre au S.-E. de la station du Theil; M. d'Archiac ayant donné une coupe de cette côte, je voulus l'explorer à fond pour achever de m'éclairer. Pour cela, traversant le bois qui domine le hameau de Beauvais, j'allai aboutir au moulin de Neuville, à 2 kilomètres à l'est de la côte de Queux. J'y trouvai avec surprise une carrière ouverte dans une véritable craie glauconieuse argileuse, gris-verdâtre quand elle est humide, presque blanche quand elle est sèche. En me dirigeant de là droit au Theil, je reconnus que la route restait presque constamment ouverte dans cette assise, où abonde l'*Ammonites Mantelli;* et au-dessous, dans les points les plus profonds, apparaît la petite couche glauconieuse si riche en *Ammonites varians*, *Scaphites æqualis*, *Holaster suborbicularis*, *Turrilites*

(1) *Les mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris*, *etc.*, p. 67, fig. 10, 1857.

costatus, *Avellana cassis*, etc., fossiles dont je pus faire une abondante récolte dans les fossés de la route.

De l'autre côté de la grande route de la Ferté à Nogent, la vallée de l'Huisne, dans laquelle se jette la petite vallée transversale que je suivais, creuse davantage les couches, et montre alors à la base les argiles vertes glauconieuses dans lesquelles on n'avait jusqu'ici signalé aucun fossile, mais où je découvris en grande quantité la petite *Ostrea vesiculosa*, qui accompagne l'*O. biauriculata* dans la couche à Ostracées, au Mans.

Je m'assurai que sur tout le pourtour du coteau la même masse de craie glauconieuse avec les mêmes fossiles formait la base du système. De nombreuses carrières ouvertes çà et là permettent cette constatation de la manière la plus facile. Si la présence d'assises aussi puissantes et aussi riches en fossiles a pu échapper à M. d'Archiac, cela tient probablement à ce qu'à l'époque où il visitait le pays ces coupes et ces carrières n'étaient point ouvertes ; gravissant alors la colline, je constatai, comme M. d'Archiac l'avait déjà fait (1), la présence des sables ferrugineux identiques avec ceux du Mans, montrant de même les bancs de grès à Trigonies à la partie supérieure, mais recouvrant directement de tous côtés la craie glauconieuse.

Ainsi donc, la succession des couches est ici la même qu'à Nogent-le-Bernard ; la *marne grise* à *Ammonites varians*, *Mantelli* et *rothomagensis* est bien réellement distincte du système des sables et grès ferrugineux du Mans, qui lui est superposé. Ici, nulle objection possible ; la *marne grise* est complétement identique avec la craie de Nogent-le-Rotrou et de Bellême, ses caractères minéralogiques la distinguent à peine de la craie chloritée de Rouen, ses fossiles sont exactement les mêmes, en sorte que la *craie chloritée*, dont la faune forme dans toute l'Europe un horizon si bien caractérisé, doit être, sans aucun doute possible, placée au-dessous du *grès vert* du Maine.

Je dis *sans aucun doute possible*, parce qu'en effet la vérification de la coupe de la côte de Queux, telle que je viens de la donner, peut se faire en une seule journée par le chemin de fer de l'Ouest, et quiconque douterait pourrait aisément s'éclairer.

On conçoit que ces observations nouvelles changent d'une manière notable la classification adoptée pour les subdivisions du terrain crétacé dans l'ouvrage, d'ailleurs si utile, de l'*Histoire des progrès de la géologie*. Mais ces faits nouveaux, loin de compliquer l'histoire du terrain crétacé, l'éclairent et la simplifient.

En effet, M. d'Archiac s'est vu obligé de considérer les couches

(1) *Hist. des progr. de la géol.*, t. IV, p. 368.

glauconieuses et argileuses de la Ferté-Bernard comme une simple modification latérale des sables ferrugineux provenant (p. 368) du voisinage des couches oolitiques, et il trouve la confirmation de cette manière de voir dans la présence à la côte de Queux de ces sables avec leur caractère normal, et par conséquent dans cette région ces couches glauconieuses font partie de son quatrième étage, tandis que, un peu plus loin, il semble rapporter la craie glauconieuse de Nogent-le-Rotrou et de Bellême, qui est le prolongement de celle de la Ferté-Bernard, à son second étage.

Aujourd'hui qu'il est démontré que la craie chloritée, caractérisée comme l'avait fait Brongniart, existe dans presque tout le département de la Sarthe et dans le Perche, que les sables ferrugineux, le *grès vert* du Maine, la recouvrent partout, qu'à leur tour ils sont partout recouverts par la craie marneuse à *Inoceramus mytiloides*, base de la craie de Touraine, aucune incertitude ne peut plus exister.

Alors, ces deux grands dépôts de la *craie chloritée* ou glauconieuse et de la *craie marneuse*, que Brongniart avait nettement séparés et que M. d'Archiac a réunis dans son groupe de la *craie tuffeau*, non-seulement sont très distincts, mais il y a entre eux, dans le bassin de Paris, une lacune considérable qui correspond à l'époque pendant laquelle se sont déposés les *grès verts* du Maine, avec leur faune si riche et leurs couches si nombreuses et si variées.

Maintenant, ces *grès verts* du Maine doivent-ils former un groupe à part ou bien se rattachent-ils à l'un des groupes voisins?

Sur ce point, je n'hésite pas à adopter complétement les conclusions qu'Alc. d'Orbigny formulait ici le 16 mai 1842 (1); il est évident que le grand nombre d'espèces communes entre les *grès verts* et la *craie chloritée* proprement dite prouve que ces deux dépôts appartiennent à un seul et même système. Malgré les objections dont cette conclusion a été l'objet, Alc. d'Orbigny a donc eu essentiellement raison de les grouper ensemble. A son point de vue, et, bien qu'il y ait à redire au vocabulaire de sa classification, il devait choisir le Maine comme contrée type, puisque cette région était alors et est encore aujourd'hui la seule qui renferme d'une manière bien caractérisée les deux assises de ce groupe.

Fidèle au principe que les anciens noms doivent prévaloir, tant que les nouveaux n'ont pas sur eux un avantage incontesté, ce qui ne me paraît pas encore le cas pour les étages de la craie, j'adopte pour la période crayeuse la classification suivante :

---

(1) *Bull.*, 1re sér., t. XIII, p. 358.

	GROUPES.	ÉTAGES.
TERRAIN CRÉTACÉ.	Supérieur. . .	4. Craie supérieure. . { Calcaire pisolitique, Craie de Maëstricht. Calcaire à Baculites du Cotentin. 3. Craie blanche. 2. Craie marneuse. 1. Craie chloritée ou glauconieuse. . . { 2. Grès du Maine. 1. Craie chloritée proprement dite.
	Inférieur. . .	. . . . .

Depuis plusieurs années je me suis attaché à suivre les limites de ces divers étages ; j'ai pu m'assurer que les horizons fossilifères qu'ils renferment restent toujours bien distincts dans le bassin de Paris. Alc. d'Orbigny a cité (1) deux exceptions, mais elles ne sont pas fondées.

Il dit que la couche si riche en céphalopodes de la butte Sainte-Catherine, à Rouen, est le résultat d'un remaniement de fossiles *cénomaniens* au milieu de l'*étage turonien*, que l'on trouve au-dessus et au-dessous l'*Inoceramus problematicus* et l'*Ammonites lewesiensis*. Je n'ai vu au-dessous de cette couche à *Ammonites varians* et *Scaphites æqualis* aucun vestige d'*Inoceramus problematicus*, qui, au contraire, abonde dans la craie plus blanche, qui est plus haut dans la série des couches; il y a bien, dans ces assises inférieures, de nombreux Inocérames, mais ils appartiennent à d'autres espèces. Quant à l'*Ammonites lewesiensis*, nom attribué, à ma connaissance, au moins à trois espèces différentes, et qui ne se trouve généralement dans la craie marneuse qu'à l'état de moules informes, elle se rencontre fréquemment à la partie supérieure de la craie chloritée à Nogent-le Rotrou au-dessous des sables ferrugineux, et à Tancarville sur les bords de la Seine ; mais qui garantira que ces échantillons, ordinairement frustes et privés de leur test, appartiennent réellement à la même espèce ? et, quand cela serait, quelle conclusion en tirerait-on qui serait contraire à ce qui précède? Quant à la couleur foncée, jaune ou brune, des fossiles au milieu de la pâte d'un gris clair qui les entoure, c'est un fait presque général dans les environs de Nogent-le-Rotrou. Là aussi existe comme à Rouen, mais bien au milieu de la craie glauconieuse à *Ammonites rothomagensis* inférieure au grès vert, le petit lit mince de

(1) *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie*, t. II, p. 640, 641.

fossiles noirs et à surfaces fréquemment irisées dans une craie presque blanche; auprès de Condeau, cette couche n'a que 0m,50 d'épaisseur; j'y ai recueilli en peu d'instants les fossiles suivants : *Hamites simplex*, *Baculites baculoides*, *Scaphites æqualis*, *Turrilites costatus*, *Ammonites varians*, *A. rothomagensis*, *Nautilus triangularis*, *Avellana cassis*, *Pecten asper*, etc.

Le second fait que cite Alc. d'Orbigny, à Fécamp, est d'une autre nature. Là, dans la position assignée par l'auteur et au milieu de la craie marneuse (étage turonien, d'Orb.), se trouve bien une petite couche à Ammonites; mais ce ne sont pas, comme le dit ce savant paléontologiste, les *Ammonites varians* et *rothomagensis*, mais bien deux espèces très différentes, et dont l'une nous paraît être l'*A. Prosperianus* d'Uchaux. Je puis communiquer, à qui voudra les voir, les échantillons recueillis, et, en outre, la couche reste en place pour attester à tous les incrédules l'exactitude de ces faits. Très probablement une confusion parmi les récoltes faites sur les côtes de la Manche, par Alc. d'Orbigny, a amené l'erreur que je signale. La couche n'est point glauconieuse ; elle est seulement mélangée d'argile verte.

D'ailleurs on retrouve plus près de Paris cette couche à *A. Prosperianus*. Il y a quelques années, M. Charpentier, des Andelys, me fit voir des échantillons qui m'inspirèrent le désir de relever la coupe des coteaux où il les avait recueillis, et j'ai constaté sous le Château-Gaillard qu'un banc de craie dure, situé au-dessus de la craie marneuse à *Inoceramus mytiloides*, et au-dessous des couches à *Ananchytes gibba*, renfermait les *Ammonites Prosperianus*, *Scaphites compressus*, et un assez grand nombre de gastéropodes; ce second banc de Scaphites offre quelque analogie avec celui de la craie chloritée, mais il ne faut pas s'y laisser tromper. Les fossiles qu'ils renferment, cités pour la première fois dans le bassin de Paris, appartiennent bien au niveau qu'ils occupent, et jusqu'ici l'horizon à *Scaphites æqualis* et à *Ammonites varians* reste pour le nord de la France un précieux et infaillible repère. En disant pour le nord de la France, c'est prémunir le lecteur contre une trop grande extension, car le *Scaphites æqualis* se trouve aussi dans le gault de l'Isère, au Rimet, mais les autres céphalopodes ne l'y suivent pas.

M. Élie de Beaumont, sans entrer dans les détails de la discussion, exprime l'opinion que la couche fossilifère de la Côte Sainte-Catherine, à Rouen, est supérieure par sa position géologique à toutes les couches crétacées qui existent dans le département de la Sarthe.

Séance du 1er juin 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, M. le Président proclame membre de la Société :

M. Harlé, ingénieur en chef des mines à Périgueux (Dordogne) ; présenté par MM. Bayle et Paul Michelot.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le docteur H.-B. Geinitz :

1° *Entwurf zu einem neuen Mineralsysteme* (aus der *Allg. deutschen naturhistor. Zeitung*), in-8, 2 p., 1857.

2° *Die geognostischen Verhältnisse in den Umgebungen der Stadt Chemnitz* (aus der *Allg. deutschen naturhistor. Zeitung*), in-8, 3 p.

3° *Chemische und chemisch-technische Untersuchung der Steinkohlen Sachsens*, von W. Stein, in 4, 98 p.; Leipzig, 1857 ; chez W. Engelmann.

De la part de M. de la Roquette, *Notice nécrologique sur Constant Prévost* (lue à l'Assemblée générale de la Société de géographie du 19 décembre 1856), in-8, 25 p.

De la part de M. le professeur Abraham Massalongo :

1° *Descrizione di alcuni Fuchi fossili della calcaria del monte Spilecco nella provincia Veronese* (*con* 6 *tavole*) (Est. dall. *Rivista period. dei lavori dell' I. R. Accad. di sc., lett. ed arti di Padova*, trim. III IV dell' anno 1855-1856), in-8, 28 p., 6 pl.

2° *Studii paleontologici*, in-8, 53 p., 7 pl. Vérone, 1856 ; chez G. Antonelli.

3° *Flora de' terreni tertiari di Novale nel Vicentino*, in-4, 47 p. Torino, 1856.

De la part de M. F.-J. Pictet, *Traité de paléontologie*,

2e édit., t. IV, et pl. 85 à 110. Paris, 1857; chez J.-B. Baillière.

De la part de M. G. Dewalque, *Sur la série tertiaire du nord de l'Allemagne* (*Mémoire pour servir à l'explication d'une carte géologique*), par E. Beyrich, in-8, 21 p., 1 carte. Liége ; chez J. Desoer.

De la part de M. Roberto Sava, *Esame del siderosio nel basalte di Palagonia*, in-8, 7 p. Messina, 1857; chez A. Arena.

Comptes rendus hebdom. des séances de l'Académie des sciences, 1857; 1er sem., t. XLIV, nos 20 et 21.

L'Institut, 1857, nos 1220 et 1221.

Société I. et centrale d'agriculture. — Bulletin des séances, 2e série, t. XII, 1857.

Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles lettres du département d'Indre-et-Loire, t. XXXVI, ann. 1856.

Société I. d'agriculture, sciences et arts de l'arrondissement de Valenciennes. — Revue agricole, industrielle et littéraire, VIIIe année, no 10, avril 1857.

Société académique des Pyrénées, 4e année, 1856-1857. — *Bulletin*, no 1er.

The Athenæum, 1857, nos 1543 et 1544.

Abhandlungen der K. Akademie der Wissenchaften zu Berlin, 1854. — *Erster Supplement. Band.*, in-folio.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de Leonhard et Bronn, 1857, 2e cahier.

Revista minera, 1857, t. VIII, no 168.

Memoirs of the geological survey of India, vol. I, part. 1, in-8. Calcutta, 1856.

M. Triger fait la communication suivante :

Dans la dernière séance, M. le Secrétaire a lu à la Société géologique une note de M. Raulin, dans laquelle ce dernier croit devoir émettre, dit-il, *plus que des doutes* sur l'absence du terrain crétacé inférieur dans la Charente, et surtout sur celle de la craie grise de Rouen, que je me permettrai d'appeler *craie grise à Scaphites*, afin d'éviter toute espèce de confusion.

Comme je partage tout à fait l'opinion émise à cet égard par M. Coquand dans son dernier mémoire, et que je lui en ai même fait part dans une lettre; comme, d'un autre côté, M. Raulin a bien voulu me citer et manifester aussi des doutes sur ce que j'ai dit de

l'absence de cette craie à Angoulême, ma réponse à sa note sera on ne peut plus facile, et coupera court, j'en suis convaincu, à toute discussion.

En effet, je dirai simplement à M. Raulin : Puisque vous pensez le contraire de ce que j'ai avancé sur les dépôts crétacés d'Angoulême, après les avoir étudiés et y avoir mûrement réfléchi, veuillez, je vous prie, m'apporter un seul Scaphite de cette localité et je me proclame battu.

Bien mieux, à défaut de Scaphites, présentez-moi quelques Baculites, un *Turrilites costatus*, des *Ammonites rothomagensis*, enfin trois fossiles seulement sur les vingt espèces bien connues qui se trouvent dans cet horizon, et je serai le premier à proclamer votre découverte. Mais jusque-là, de grâce, permettez-nous de conserver notre prétendue erreur sur l'absence d'un dépôt qui assurément, je le répète, n'existe pas à Angoulême.

Telle est ma réponse à la note que le Secrétaire a lue dernièrement à la Société géologique. J'ajouterai seulement que si M. Raulin n'a étudié la craie à Scaphites qu'à la côte Sainte-Catherine, où il n'a pu voir qu'une coupe très incomplète et de plus très embrouillée des dépôts crétacés inférieurs, je le prie instamment de nous faire l'honneur d'une visite dans la Sarthe, où il trouvera beaucoup mieux qu'à Rouen, et où il pourra étudier tout à son aise, non-seulement les dépôts inférieurs de la butte Sainte-Catherine, mais encore une série d'autres dépôts crétacés toute différente qui manque dans les environs de Rouen, et au-dessous de laquelle il reconnaîtra parfaitement la *craie à Scaphites* à sa véritable place, et cela bien plus clairement qu'il n'a pu le faire dans cette dernière localité.

Qu'il veuille donc bien, dis-je, nous visiter et nous accorder quelques instants, nous lui ferons toucher du doigt les dépôts différents entre lesquels s'intercale la craie à Scaphites suivant les lieux où on la rencontre, et lui prouverons qu'il ne saurait trouver à Rouen un élément essentiel qui manque pour bien l'éclairer sur le rang et la place réelle que doit occuper cette craie dans le terrain crétacé, élément qui joue cependant un très grand rôle dans tout le midi de la France et dont l'absence au-dessus des Scaphites dans certaines localités telles que Rouen, par exemple, et toute l'Angleterre, constitue un *hiatus*, qui imposera tôt ou tard aux géologues l'obligation de faire de cette craie un dépôt spécial, qui ne se lie pas plus à la craie à *Inoceramus mytiloides*, qu'il ne se lie à celle à *Pecten asper* avec laquelle il est cependant toujours en contact.

Il verra, en effet, dans vingt localités différentes, manquer ou s'intercaler suivant des points bien déterminés, entre la craie à *Inoce-*

ramus mytiloides et la craie à Scaphites, un puissant dépôt de marnes, de sables et de grès, appelés depuis longtemps par M. d'Archiac *marnes à Ostracées.* Il pourra suivre lui-même vers le sud le développement progressif de ces marnes et de leurs sables, étudier pas à pas les rudistes qu'ils renferment, ainsi que leurs autres fossiles, et c'est alors, j'en suis convaincu, que voyant leur identité frappante avec le terrain crétacé le plus inférieur d'Angoulême, qui offre immédiatement au-dessus du *Kimmeridge-clay* des *Pterocera incerta*, des *Strombus inornatus* et de plus des sables et des grès à *Terebratula Menardi*, il proclamera avec M. Coquand, et plus haut que lui peut-être encore, que de toute évidence les dépôts crétacés n'ont commencé à Angoulême qu'immédiatement après celui de la craie grise à Scaphites ; qu'il n'y a dans cette localité, en effet, rien de plus ancien que les marnes à Ostracées de M. d'Archiac, et qu'enfin on y chercherait vainement des dépôts tels que ceux qui renferment, dans la Sarthe, au-dessous de ces marnes, les Scaphites et le *Pecten asper*.

Le Secrétaire lit la lettre suivante qui lui a été adressée par M. Coquand :

Dans le mémoire que j'ai publié récemment sur la formation crétacée de la Charente, j'ai emprunté la désignation du plus grand nombre de mes fossiles à la *Paléontologie française :* et l'on sait que M. d'Orbigny a été le premier qui ait assimilé à la craie blanche de Meudon et de Maëstricht la craie de Royan, de Saintes, et d'une partie de la Charente et de la Dordogne, en l'introduisant, dès 1843, dans son étage sénonien. MM. Desmoulins, Delbos et Raulin ont adopté la même opinion en 1847 et en 1848, par suite de la comparaison de quelques espèces fossiles communes à la craie du sud-ouest et à celle du nord de la France. Les notes qu'ils ont publiées à ce sujet, quelque intéressantes qu'elles soient d'ailleurs, n'ont pas fait faire un pas de plus à la question, et elles n'ont par conséquent que la valeur d'une adhésion à un principe formulé, antérieurement à leurs écrits, au nom de la paléontologie. L'existence de la craie blanche dans le sud-ouest a été affirmée, comme on le voit, par M. d'Orbigny, d'après la discussion de la faune entière de l'étage, et par les géologues aquitains, d'après l'examen de quelques genres seulement ou de quelques familles choisies dans cette même faune.

M. Raulin semble me reprocher de m'être attribué l'honneur de la découverte de la craie blanche dans la Charente, au détriment des géologues de l'Aquitaine, dont les travaux n'auraient pas été cités

par moi. D'après ce qui précède, ce reproche peut paraître étrange, car si quelqu'un avait le droit de réclamer, c'était M. d'Orbigny, et M. d'Orbigny seul. Mais on n'a point élevé cette réclamation qui eût été superflue, puisque dans les listes que je fournis des espèces communes à la craie de Meudon et à celle de Maëstricht, le nom de l'auteur de la *Paléontologie française* figure à chaque ligne, et que dès lors il devenait sans objet de rappeler ce fait reconnu par tous, que pour M. d'Orbigny les expressions *étage sénonien* et *craie blanche* (de Meudon et de Maëstricht) avaient la même signification. En déclarant dans mon mémoire que je n'admettais pas dans les deux Charentes l'existence de la craie chloritée de Rouen, et que j'admettais au contraire l'existence de la craie blanche de Meudon et de Maëstricht, j'indiquais simplement, et d'une manière concise, en quoi mes idées personnelles différaient le plus radicalement de celles émises par les géologues auxquels était due la description pour ainsi dire monographique de la contrée, et dont les écrits étaient entre les mains de tous. C'était surtout désigner, sans les nommer, MM. Dufrénoy et d'Archiac, et M. Raulin ne s'y est point mépris.

Ceci expliqué, il ne me reste plus qu'à défendre une phrase de ma rédaction qui est relevée par M. Raulin, et dans laquelle il est dit qu'en proposant un remaniement dans la classification du terrain crétacé du sud-ouest, je semblais m'exposer à un reproche justement mérité d'imprudence ou d'innovation. Mon pressentiment ne m'a point trompé, car mes idées sur la craie inférieure sont contredites formellement par MM. Raulin et d'Archiac, et, relativement à la craie supérieure, si j'y admets avec M. d'Orbigny la présence de la craie blanche, je démembre son étage sénonien, et en fais quatre étages. Mon désaccord avec les géologues aquitains n'est pas moins réel. En effet, je sépare la craie de Lanquais, de Saint-Mametz, d'Aubeterre, de Lamérac, avec *Hippurites radiosus*, de la craie de Royan avec *Ostrea vesicularis*, et, de plus, j'attribue à la craie supérieure 102 mètres de couches placées au-dessous des bancs à *Ostrea vesicularis*, dont M. Raulin fait une dépendance de la craie chloritée. On pourra ne pas adopter les divisions que je propose pour la craie supérieure, bien qu'elles soient basées sur le double fondement de la superposition et de la distribution des fossiles ; mais il est facile de se convaincre que pour leur établissement les travaux des savants aquitains ne pouvaient me fournir aucun secours, et que mon classement est indépendant de ce qui a été écrit jusqu'ici. Cette déclaration doit suffire pour démontrer que, si ces derniers se sont rangés de l'avis de M. d'Orbigny quant à l'existence de la craie blanche dans une portion de ma craie supérieure du sud-ouest, cependant cette

concordance de vues a été sans influence sur les idées nouvelles que mes études m'ont conduit à formuler, et que par conséquent tout mon travail est neuf.

Si, contrairement à l'exemple des géologues cités par M. Raulin, j'ai donné à ma notice un peu de développement, je m'expose de nouveau à un reproche du même genre, car je déclare que cette première ébauche n'est que la préface d'un mémoire plus étendu. J'aime à croire, toutefois, que les géologues qui parcourront les contrées que je décris me sauront quelque gré de mes efforts : c'est le privilége des derniers venus d'être plus complets que leurs devanciers, sur un sujet déjà traité. Dans tous les cas, si la répétition est une figure de rhétorique applicable en certaines circonstances, c'est bien certainement en géologie qu'il doit être permis d'en faire usage.

Le Secrétaire donne lecture de la notice suivante :

Position des Ostrea columba *et* biauriculata *dans le groupe de la craie inférieure;* par M. H. Coquand, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Besançon.

Le mémoire que j'ai publié tout récemment sur la formation crétacée du département de la Charente, proposant un remaniement important dans la classification, adoptée jusqu'ici, de la craie inférieure de la France, devait provoquer, de la part des géologues dont il contredisait les idées, des réclamations auxquelles je m'attendais. M. Raulin, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux, auquel la géologie est redevable d'excellents travaux, a réclamé le premier et s'est élevé contre ma manière d'interpréter l'ordre de succession des différents étages du grès vert supérieur ; de plus, il appelle en cause un géologue de grand renom, M. d'Archiac, qui a fait de la formation crétacée l'objet de longues et laborieuses études. La critique de M. Raulin a été présentée à la Société géologique de France, dans la séance du 18 mai 1857. Mon intention était d'abord de différer ma réponse et de la réserver pour un travail plus étendu que j'ai rédigé sur la constitution géologique de la Charente; mais comme, d'après ce qui vient de m'être annoncé, la Société géologique a fixé Angoulême pour lieu de sa réunion extraordinaire au mois de septembre prochain, j'ai pensé qu'il était convenable de publier une réplique avant cette époque, afin que mes collègues, dont l'intention est d'assister à ces assises scientifiques, pussent juger en connaissance de cause et pièces en main.

Nos descriptions devant porter presque en entier sur la formation crétacée de la Touraine, de l'Anjou et des deux Charentes, il est utile d'être fixé exactement sur la manière dont cette formation a été divisée par M. d'Archiac, à qui on en doit la description. Ce savant n'admet point l'existence de la craie blanche dans ces diverses régions. Nous n'aurons donc qu'à nous occuper de son second groupe, qu'il divise ainsi qu'il suit pour le bassin de la Loire :

1er Groupe. — Craie blanche.

2e Groupe.
- 1° Craie jaune de Touraine (tufau de Touraine).
- 2° Craie micacée (tuffeau de l'Anjou, bille et pierre de Bouré, Touraine).
- 3° Psammites, glaises, grès et marnes à Ostracées (*Ostrea columba*, Lamk., et *Ostrea biauriculata*, Desh.).
- 4° Grès vert.
  - Au midi de la Loire. — Sables, grès verts et argiles sableuses alternant.
  - Au nord de la Loire.
    - 1° Sables, calcaires sableux et grès à Trigonies (Sarthe). Craie glauconieuse et psammites gris cendré, coquilliers (Sarthe, Orne) Psammites jaunes (Orne).
    - 2° Sables et grès ferrugineux, psammites et sables gris et glauconieux (Sarthe, Orne). Marnes diverses, sableuses et coquillières (Sarthe).
    - 3° Glaises grises, jaunes, bleues, ou glauconieuses et sableuses, ordinairement sans fossiles (Sarthe, Orne).

3e Groupe. — Gault.

4e Groupe. — Néocomien.

La formation crétacée du versant sud-ouest du plateau central de la France, qui comprend la craie des deux Charentes, est divisée par M. d'Archiac en quatre étages qui correspondent au deuxième groupe du bassin de la Loire.

1er Étage. — Calcaires jaunes supérieurs (1er niveau de rudistes).

2e Étage. — Craie grise marneuse ou glauconieuse et micacée.

3e Étage. — Calcaires blancs ou jaunes (2e niveau de rudistes), calcaires marneux, gris blanchâtres ou jaunâtres, avec Ostracées (*Ostrea biauriculata*, Lam., et *columba*, Desh.) et Ammonites.

4e Étage. — Calcaires à Caprinelles (3e niveau de rudistes), sables et grès verts ou ferrugineux, calcaires et grès calcarifères, avec rudistes, Alvéolines et échinodermes, argile pyriteuse et lignite.

Les variations nombreuses que le caractère pétrographique est susceptible de faire éprouver à un même étage, souvent dans des localités fort rapprochées les unes des autres, m'ont fait sentir la convenance qu'il y avait à réformer la terminologie, et, à l'exemple des géologues anglais et de M. Alc. d'Orbigny, j'ai désigné chacun des étages que j'ai adoptés par un nom spécial et univoque, tiré de celui des lieux où l'étage était le mieux développé et qui pouvait, à cause de cela, être considéré comme un type classique. C'est d'après cette méthode, qui m'a paru avoir été employée avec bonheur, que

M. d'Orbigny a scindé la masse des grès verts supérieurs en deux portions distinctes, qu'il a dotées des noms de Cénomanien et de Turonien. Il ne m'a pas été possible de conserver ces dénominations dans ma classification, car cette coupure ne répondait plus aux exigences de la science. En effet, là où l'auteur de la *Paléontologie française* ne distingue que deux faunes, j'en signale cinq, et appliquer de nouveau les noms de Cénomanien et de Turonien, c'eût été faire croire à une analogie ou à une équivalence qui n'existe plus, et introduire dans la méthode une confusion qu'il fallait éviter. Mes étages, au surplus, ne sont point établis suivant des règles arbitraires ou d'après la composition, mais bien d'après la constance des espèces fossiles qu'ils contiennent et dont plusieurs, par leur grande abondance dans toute l'épaisseur de l'étage, servent à la caractériser d'une manière toute spéciale : telles sont, entre autres, l'*Ostrea conica*, d'Orb., l'*Ammonites Rothomagensis*, pour la craie chloritée de Rouen, l'*Ostrea columba*, Desh., l'*Ostrea biauriculata*, Lam., pour les bancs supérieurs à la craie chloritée, l'*Ostrea vesicularis*, Lam., pour un étage de la craie supérieure, etc.

Voici comment je comprends et je nomme les diverses divisions que je reconnais dans la formation crétacée, à partir de la craie chloritée, c'est-à-dire des bancs superposés au gault.

A. CRAIE INFÉRIEURE.

Premier étage. — Rothomagien (1).

(*Ammonites rothomagensis*, Lam., *A. varians*, Sow., *A. Mantelli*, Sow., *Turrilites costatus*, Lam., *Scaphites æqualis*, Sow., *Pecten asper*, Lam., *Janira quinquecostata*, d'Orb., *Ostrea conica*, d'Orb., *Sphærulites Mantelli*, Woodward, etc.).

(Cet étage manque dans la Charente.)

Cet étage correspond au deuxième horizon de rudistes (2).

Deuxième étage. — Gardonien.

Argiles lignitifères (avec *Teredo Fleuriausus*, d'Orb.).

---

(1) Nom tiré de *Rothomagus*, Rouen.

(2) M. Bayle m'ayant fait remarquer que la craie de Rouen, à *Ammonites rothomagensis*, contient une espèce de Sphérulite (*Sphærulites Mantelli*, Woodward), qui a été signalée à Warminster et au Havre, il résulte de ce renseignement que le deuxième horizon de rudistes correspond à l'étage rothomagien.

Troisième étage. — Carentonien.

A. Grès calcarifères et sables inférieurs (avec *Ostrea plicata*, Lamk., et *O. columba minor*, Desh.).

B. Premier banc à *Ichthyosarcolites* (*Ostrea columba minor*, Desh., *Caprina adversa*, d'Orb., *Sphærulites foliaceus*, Lamk.

C. Argiles tégulines (*Ostrea columba*, Desh., *O. plicata*, Lamk., *O. biauriculata*, Lam.).

D. Sables supérieurs (*Ostrea columba*, Desh., *O. plicata*, Lamk., *O. biauriculata*, Lam., *Catopygus columbarius*, Agass.).

E. Second banc à *Ichthyosarcolites* (*Ostrea columba*, Desh., *Nautilus triangularis*, Montfort).

F. Calcaire marneux (*Ostrea columba*, Desh., *O. carinata*, Lam., *Ammonites navicularis*, Mantell, *Pleurotomaria Galliennei*, d'Orb., *Terebratula pectita*, d'Orb.).

Cet étage correspond au troisième horizon de rudistes.

Quatrième étage. — Angoumien.

A. Calcaire subcristallin en plaquettes.

B. Calcaire dur, saccharoïde. Pierre à paver (*Radiolites lumbricalis*, d'Orb.).

C. Calcaire pierre de taille (*Radiolites lumbricalis*, d'Orb., *Sphærulites ponsianus*, d'Archiac).

Cet étage correspond au quatrième horizon de rudistes.

Cinquième étage. — Provencien.

A. Calcaire marneux en plaquettes.

B. Calcaire solide (appelé *chaudron*) avec *Sphærulites radiosus*, d'Orb., et *Hippurites cornu-vaccinum*, Bronn.

Cet étage correspond au cinquième horizon de rudistes.

B. CRAIE SUPÉRIEURE.

Premier étage. — Coniacien.

A. Sables et grès de Richemont (*Ostrea auricularis*, Coquand).

B. Calcaire chloriteux (*Ostrea auricularis*, Coq., *Ammonites polyopsis*, Dujard., *A. Bourgeoisi*, d'Orb., *Terebratula Arnaudi*, Coq., *T. coniacensis*, Coq., *Rhynchonella Baugasi*, d'Orb., *Sphærulites Coquandi*, Bayle, *Micraster brevis*, Agass.).

Cet étage correspond au sixième horizon de rudistes.

Deuxième étage. — Santonien.

Craie tendre avec silex (*Pleurotomaria santonesa*, d'Orb., *Janira Truellei*, d'Orb., *Spondylus hippuritorum*, d'Orb., *Rhynchonella vespertilio*, d'Orb., *R. intermedia*, Coquand, *Terebratula Nanclasi*, Coq., *Micraster laxoporus*, d'Orb., *Hemiaster stella*, Desor, *Salenia geometrica*, Agass.).

Troisième étage. — Campanien.

Craie tendre (*Ostrea vesicularis*, Lam., *O. larva*, Lam., *Sphærulites Hœninghausi*, Des Moul., *Ananchytes ovata*, Lam.).

Cet étage correspond au septième étage de rudistes.

Quatrième étage. — Dordonien.

Craie avec *Hippurites radiosus*, Des Moul., *Sphærulites cylindraceus*, Des Moul., *Radiolites Jouanneti*, d'Orb.

Cet étage correspond au huitième horizon de rudistes.

En attaquant la classification que je viens de proposer pour la craie inférieure, M. Raulin dit, dans sa note présentée à la Société géologique, que, des études faites par M. d'Archiac et par lui dans le sud-ouest du bassin de Paris, il paraît ressortir très nettement que la craie chloritée de Rouen, avec *Ammonites varians*, Sow., *Turrilites costatus*, Lam., et *Pecten asper* (étage rothomagien), se superpose à la craie à *Ostrea columba*, Desh., et *O. biauriculata*, Lam., ou, en d'autres termes, que notre étage carentonien est inférieur à l'étage rothomagien. C'est le contraire que j'affirme, et, pour justifier mon assertion, je m'appuie sur le double principe de la superposition et de la paléontologie. Cette question, surtout pour la connaissance exacte du sol français, a de l'importance et mérite d'être traitée à fond; or, je crois que nous possédons tous les éléments nécessaires pour la solution rigoureuse du problème. On sait que j'admets en fait que la craie chloritée de Rouen, avec *Ammonites Rothomagensis*, Lam., manque dans les deux Charentes, que par conséquent la craie inférieure n'y est représentée que d'une manière incomplète, et que celle-ci y débute par un étage supérieur à la craie de Rouen. Effectivement, dans les deux départements que je cite, on ne trouve jamais, entre la craie supérieure et les bancs inférieurs à *Ostrea columba*, un étage équivalent de la craie chloritée de Rouen. Dans le midi, au contraire, où la formation crétacée est représentée par toute la série, on observe bien la craie chloritée de Rouen, mais elle est constamment placée au-dessous des bancs à *Ostrea columba*, et, à partir de

ce dernier niveau, les étages supérieurs se correspondent terme pour terme, et sans aucune interversion, aussi bien dans le midi que dans la Charente, de sorte que, si l'opinion de M. Raulin était fondée, il serait nécessaire d'admettre l'existence de deux craies chloritées identiques par leurs faunes, mais séparées l'une de l'autre par deux étages intermédiaires, le gardonien et le carentonien. Avant d'accepter une anomalie pareille et qui serait, je crois, sans précédent dans les annales de la géologie, il devient indispensable de bien établir d'abord la valeur des faits qui servent de base à ma classification, et de peser ensuite le mérite des raisons apportées par mes savants contradicteurs pour la renverser.

Parmi les auteurs qui ne partagent pas notre opinion, il faut citer encore M. Alc. d'Orbigny, dont la perte récente est un deuil général pour la géologie et pour la paléontologie. En effet, à l'article *Ostrea conica* (*Paléontologie française*, terr. crét., t. III, p. 727), nous lisons : « Cette espèce remplace, dans le bassin de la Seine, l'*Ostrea columba*, qu'on n'y a pas encore rencontrée. » En indiquant la position de l'*Ostrea columba*, M. Alc. d'Orbigny dit (p. 723) qu'elle est caractéristique d'une zone un peu supérieure à l'*Ostrea biauriculata*, au sein des couches moyennes inférieures de l'étage turonien, avec l'*Ammonites Mantelli*, et au-dessous de la zone où se concentre l'*Ammonites Rothomagensis*. Il est à regretter qu'on ne trouve pas dans l'ouvrage que nous venons de citer des indications plus précises, et surtout qu'on ne nomme pas des localités où on puisse vérifier si l'*Ostrea columba* est réellement placée au-dessous des bancs à *Ammonites Rothomagensis*. Cette Ammonite est bien à la vérité indiquée par M. d'Orbigny à Martrou, près de Rochefort, dans notre étage carentonien ; mais cette situation est inexacte, car cette espèce n'existe pas dans les deux Charentes. Cette erreur, au surplus, a été rectifiée par l'auteur lui-même, dans son *Prodrome* plus récent de *Paléontologie stratigraphique*, et plus d'une fois nous aurons occasion de prouver, dans cette note, que c'est à la saine interprétation des caractères paléontologiques qu'il est indispensable de recourir pour suppléer à l'insuffisance des données stratigraphiques, dans les cas surtout où les accidents du sol empêchent de remarquer la superposition directe des étages, circonstance qui se reproduit fréquemment dans les pays plats et bien cultivés.

Je n'ai point à revenir ici sur les détails de la coupe que j'ai donnée des environs de Pont-Saint-Esprit, et de laquelle il ressort très clairement que les bancs à *Ammonites varians*, Sow., *Ostrea conica*, d'Orb., *Pecten asper*, Lam., etc., qui sont si bien développés dans les alentours de Saint-Julien de Peyroulas, sont séparés des bancs à

Ostrea columba par toute l'épaisseur de l'étage à lignites (gardonien), et que les premiers reposent directement sur le gault. Si cette assertion était le résultat seulement d'une conviction personnelle, le sentiment des convenances m'interdirait de prendre un ton si affirmatif sur l'exactitude de cette coupe ; mais je traduis en même temps l'opinion de M. E. Dumas, qu'un heureux hasard me fit rencontrer en 1856, au Pont-Saint-Esprit, sur le terrain même qui est l'objet de ma citation. Cet habile observateur m'a assuré de plus que la succession des terrains que nous constations dans cette partie du Gard se reproduisait dans le même ordre sur d'autres points de ce département et de celui de Vaucluse. Il deviendrait donc superflu de justifier, par des indications d'autres localités qu'il nous serait facile de donner, l'opinion d'un maître en géologie aussi expérimenté que M. E. Dumas. Il me sera cependant permis de démontrer, par des exemples pris en dehors du Gard et de Vaucluse, que la hiérarchie signalée près du Pont-Saint-Esprit, entre la craie chloritée à *Pecten asper*, et la craie à *Ostrea columba*, ne constitue pas un fait exceptionnel, mais que l'ordre des préséances n'est jamais violé dans les coupes naturelles où les deux étages sont représentés. C'est en étudiant ainsi notre champ d'observations que les généralisations auxquelles nous serons logiquement amené prêteront à notre raisonnement la force nécessaire pour le faire accepter.

En relisant mes notes de voyage pendant l'année 1837, je trouve une coupe figurative des terrains qui se succèdent depuis Eoulx au S. de Castellanne jusqu'à Jabron. Un ruisseau profondément raviné, qui descend des hauteurs d'Eoulx, met à nu la disposition des divers bancs dont le sol de la contrée est composé. En marchant du N. au S., et en descendant dans la série, on observe d'abord un système marneux caractérisé par la *Terebratula pectita*, d'Orb.; on rencontre ensuite des bancs de calcaire très puissants remplis d'*Ostrea columba*, auxquels succède un étage également calcaire avec lits d'argile alternants, et remarquable par le grand nombre d'*Ammonites Mantelli*, Sow., et *rothomagensis*, Lam., et de *Turrilites costatus*, Lam., qu'il renferme. En remontant de l'autre côté du ruisseau les pentes opposées, on retrouve la même succession de couches, mais, dans la direction de Robion, on observe au-dessus des marnes à *Terebratula pectita* un ensemble de couches sans fossiles que couronnent des assises puissantes d'un calcaire marneux grisâtre, contenant l'*Ananchytes ovata*, Lam., et une quantité prodigieuse d'*Ostrea vesiculoris*, Lam.

Les bancs à *Ammonites Mantelli* et *rothomagensis* sont l'équivalent de la craie chloritée de Rouen, et, dans cette région des Alpes,

la craie chloritée se montre comme dans le Gard et dans Vaucluse, inférieure au système crétacé des deux Charentes, c'est-à-dire à l'horizon tracé par l'*Ostrea columba*.

Si de la haute Provence nous descendons vers les Alpes maritimes, l'étendue de la formation crétacée nous dévoilera un parallélisme identique dans la disposition de ses étages, et l'application de la même loi dans la distribution d'espèces fossiles pour chacun d'eux. Je pourrais citer à cet égard mes propres observations, mais je préfère puiser mes arguments dans les travaux d'autres géologues.

M. Matheron, dans le catalogue méthodique et descriptif qu'il a publié en 1842, des corps organisés fossiles du département des Bouches-du-Rhône, établit de la manière suivante (p. 67) la série des assises que l'on remarque au-dessus du terrain néocomien.

1° Assise formée de couches calcaires et de sables plus ou moins ferrugineux, renfermant les *Ammonites Mayorianus*, d'Orb., *Velledæ* Michel., *latidorsatus*, Michel., *rothomagensis*, Lam., *Turrilites costatus*, Lam., *Avellana cassis*, d'Orb., etc. M. Matheron, qui signale dans cet étage l'existence d'espèces propres à la craie chloritée et au gault, pense qu'il doit être rapporté à ce dernier. Il m'a semblé que le gault et la craie chloritée sont représentés à Cassis par des couches d'une faible puissance, ainsi que cela se reproduit sur une foule de points de la chaîne du Jura pour les marnes à Plicatules et le gault, et, qu'à cause de leur peu de développement, il devient souvent difficile de les distinguer l'un de l'autre, bien qu'on parvienne à constater dans les terrains non éboulés que les deux faunes qui les caractérisent, quoique contiguës, n'en sont pas moins distinctes. — Puissance, 10 à 50 mètres.

2° Alternats de couches marneuses ou calcaires, plus ou moins ferrugineuses, renfermant quelquefois du lignite exploitable. Cette assise ne se trouve pas dans toutes les localités. A proprement parler, dit M. Matheron, elle n'est que la partie inférieure de l'assise suivante, à laquelle elle se lie. Elle varie en puissance et par le nombre de couches qui la forment, comme elle varie aussi par le nombre des espèces fossiles et par l'abondance des individus. Près d'Allauch, au nord de Marseille, le terrain ferrugineux est recouvert par quelques couches qui présentent des traces de lignite et des parcelles de succin. — Puissance, 30 à 100 mètres.

3° Grande assise presque généralement formée de couches de grès calcaire et de calcaire plus ou moins ferrugineux, avec *Nautilus triangularis*, Montf., *Sphærulites foliaceus*, Lamk., *Ostrea columba*, Desh. — Puissance, 50 à 600 mètres.

4° Alternats de couches calcaires et marno-calcaires dont quel-

ques-unes sont presque entièrement formées d'Hippurites et de Radiolites. — Puissance, 50 à 300 mètres.

Cette indication sommaire se passe de tout commentaire. Elle suffit pour nous montrer dans la basse Provence la craie chloritée avec *Ammonites rothomagensis*, Lam., en connexion intime avec le gault d'un côté et nettement séparée, d'un autre, des bancs à *Ostrea columba* (étage carentonien), avec ou sans interposition d'une formation intermédiaire calcaréo-ligniteuse (étage gardonien).

Puisque, d'après M. Raulin, les assises à *Ostrea columba* doivent dessiner un horizon inférieur à celui de la craie chloritée de Rouen proprement dite, il ne sera pas hors de propos de rechercher, en dehors de la Provence, et dans des localités déjà étudiées sans idées préconçues, quelques points où le gault nettement défini, et par sa position et par ses fossiles, supporte un étage supérieur de la dépendance du grès vert supérieur. Si aucune cause accidentelle n'a empêché l'établissement normal de la série, il y aura présomption de trouver au-dessus du gault le représentant de la craie à *Ostrea columba*, celles-ci ayant dû, en raisonnant toujours d'après les idées de notre savant collègue, succéder immédiatement à cet étage. Une contrée classique pour ce genre de recherches est le département du Doubs; nous choisirons pour établir cette constatation deux points écartés l'un de l'autre, dont le premier a été décrit par M. Lory, dans les *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, 3e sér., 2e vol. A 20 kilomètres environ de Besançon, on voit, aux alentours de Monteley, sur les bords de l'Ognon, le terrain néocomien à *Ostrea Couloni*, d'Orb., affleurer au-dessus du calcaire portlandien, et supporter en concordance de stratification les argiles aptiennes avec *Belemnites semicanaliculatus*, Blainv., qui sont exploitées pour une faïencerie voisine. Ces argiles, très peu développées d'ailleurs, sont surmontées par des grès verts friables, contenant les fossiles du gault (*Ammonites mamillatus*, Schloth., *Beudanti*, Brong., *splendens*, Sow., *Tethys minor*, Sow., *Inoceramus sulcatus*, Park.), le plus souvent engagés dans des rognons endurcis. Les grès, à leur tour, servent de base à un calcaire blanchâtre ou rosâtre, assez puissant, se débitant en écailles et renfermant l'*Ammonites rothomagensis*, Lam., l'*Ammonites Mantelli*, Sow., le *Scaphites æqualis*, Sow., et le *Turrilites costatus*, Sow. Tout ce système crétacé vient buter, par suite d'une faille, contre l'oolithe corallienne sur laquelle est bâti le château de Monteley. Voici donc une localité nouvelle dans laquelle, comme en Provence et dans le Gard, nous n'apercevons au-dessus du gault que la craie chloritée de Rouen.

Le second point, sur lequel nous avons à attirer l'attention, est

dans le haut Jura, sur les bords occidentaux du lac Saint-Point, dans l'arrondissement de Pontarlier. Il existe dans le voisinage des villages de Saint-Point et d'Oye un système très limité de collines, dont la couleur blanche et la nature friable des éléments constitutifs contrastent avec l'aspect des montagnes environnantes. Elles sont formées par un calcaire tendre, tachant les doigts et renfermant les *Ammonites rothomagensis*, Lam., *falcatus*, Mant., le *Scaphites æqualis*, Sow., le *Turrilites costatus*, Sow. et l'*Holaster suborbicularis*, Agass. Ce système de collines, dans lequel on reconnaît, à ne pouvoir s'y méprendre, la craie chloritée de Rouen, s'appuie directement sur les grès sableux du gault avec *Ammonites Beudanti*, Brong., etc.

Il est juste de dire que dans la chaîne du Jura on n'observe point au-dessus de l'assise du gault des dépôts d'une date plus récente que la craie chloritée de Rouen, et que, par le fait, les étages gardonien et carentonien n'y sont point représentés. Mais il ne résulte pas moins des indications que son étude fournit à la géologie cette double conséquence, que c'est l'étage rothomagien qui y succède au gault, et non point les bancs à *Ostrea columba*, Desh., et que la succession des faunes y est réglée dans le même ordre que dans les départements du Gard, du Var, de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et des Basses-Alpes. Il ne reste donc plus de place pour la moindre objection contre ma classification de la craie inférieure, puisque des faits positifs et concluants démontrent que les bancs à *Ostrea columba* sont supérieurs, et à l'étage gardonien, et à celui de la craie chloritée de Rouen. Or, si pour les deux Charentes j'ai réussi à prouver que les argiles et les lignites de l'île d'Aix et des environs d'Angoulême sont parallèles aux lignites crétacés du Gard, de Vaucluse et de la Provence, et que les bancs à *Ostrea columba*, qui leur sont superposés dans les deux Charentes, sont les représentants des bancs à *Ostrea columba* également supérieurs aux lignites dans les départements du Midi, en quoi ai-je offensé la logique et violé les lois admises en géologie, en avançant que la craie chloritée de Rouen manquait dans l'Angoumois et dans la Saintonge ?

Voilà mes raisons. Analysons à présent celles qu'apporte M. Raulin pour renverser ma classification, et examinons, en recourant aux sources qu'il indique, si les observations faites dans les bassins de la Seine et de la Loire infirment mes propositions, ou en d'autres termes, s'il parviendra à nous démontrer, aussi clairement que j'ai pu le faire pour les contrées occidentales du Midi et du Jura, que les choses se sont passées différemment, pendant la période crétacée, dans le nord et dans l'ouest de la France, et si les superpositions de la craie chloritée de Rouen et des bancs à *Ostrea columba* se sont

opérées dans un ordre inverse, c'est-à-dire, si l'on nous montrera dans une coupe naturelle la craie de Rouen avec *Ammonites varians* et *rothomagensis*, placée sur les bancs à *Ostrea columba*.

Lorsque, l'année dernière, j'eus l'honneur de développer devant la Société géologique le résultat de mes études sur la formation crétacée de la Charente, M. Triger, qui assistait à la séance, m'annonça que les divisions que j'admettais dans la craie inférieure étaient exactement les mêmes que celles qu'il avait reconnues dans la craie de la Sarthe et de l'Anjou : or, M. Triger avait parcouru, un mois auparavant, le département de la Charente, et c'est à peu près à la même époque que je visitais moi-même les environs du Mans. N'étant point assez familiarisé avec les terrains de la Sarthe, pour en parler avec autorité, et désirant cependant laisser dans mon mémoire une trace de la concordance proclamée par M. Triger, je priai ce savant de vouloir bien me communiquer les divisions qu'il admettait pour la craie inférieure de l'Anjou, et ce sont ces divisions que je devais à son obligeance, que j'ai imprimées à la suite de mon travail.

M. Raulin ne trouve pas probante la coupe de M. Triger, qu'il considère comme théorique. Elle n'a à ses yeux que la valeur d'une simple assertion, l'auteur n'y ayant rien inséré qui puisse mettre sur la trace des raisons qui le portent à admettre que la craie de Rouen viendrait dans la Sarthe se placer immédiatement au-dessus du Kimmeridge-clay, et au-dessous du système sableux du Mans. Le contraire, ajoute M. Raulin, paraît ressortir bien nettement des études qui ont été faites dans cette partie de la France par M. d'Archiac, et par lui-même dans le Sancerrois. « En effet, dit la note, à la Motte » d'Humbligny, au nord de Bourges, la craie inférieure déjà sa- » bleuse, renferme les principaux fossiles de Rouen et du départe- » ment de l'Yonne. De là, elle passe vers l'O. à la craie sableuse de » la Touraine, qui renferme encore à Sainte-Maure les Ammonites » les plus caractéristiques de Rouen, et que l'on voit reposer au » Port de la Pile, au confluent de la Creuse et de la Vienne, sur les » argiles remplies d'*Exogyra columba* et d'*Ostrea biauriculata*. Plus » à l'ouest, autour de Saumur, et de l'autre côté de la Loire, presque » au delà de la Flèche, ces argiles continuent d'être recouvertes par » des craies qui sont bien les mêmes, quoique les espèces caractéris- » tiques de Rouen ne s'y montrent plus. »

La question est, comme on le voit, franchement formulée. Il ne reste plus qu'à rechercher si les faits dont elle est l'expression autorisent l'adoption des conclusions proposées. En admettant que

M. Triger produise la défense de ses opinions, consultons donc les travaux de M. Raulin et ceux de M. d'Archiac.

M. Raulin a décrit, dans les *Mémoires de la Société géologique de France*, 1847, 2e sér., t. II, p. 220 et suivantes, les environs de Sancerre, et il admet que la formation crétacée y est représentée : 1° par l'étage néocomien dont il donne une liste de fossiles; 2° par le green-sand ; 3° par la craie. Cette dernière (p. 225) présente seulement les parties inférieure et moyenne, la craie supérieure analogue à celle de Meudon paraissant manquer complétement.

La craie inférieure se compose de sables chlorités, d'argiles, de marnes et d'un calcaire arénifère exploité pour la bâtisse, et dont la Motte-d'Humbligny offre une coupe intéressante. C'est dans cette localité que M. Raulin a recueilli les *Pecten orbicularis*, Sow., *asper*, Lam., et *quinque-costatus*, Sow., l'*Exogyra conica*, Sow., les *Ammonites varians*, Sow., *Mantelli*, Sow., le *Nautilus Deslonchampsi*, d'Orb., qui caractérisent d'une manière spéciale la craie chloritée à Ammonites de la colline de Sainte-Catherine.

Il est à noter que cette craie inférieure succède immédiatement au green-sand, et n'offre aucun des fossiles particuliers à notre étage carentonien à *Ostrea columba*, que nous proclamons être supérieur à la craie chloritée de Rouen. On voit de plus, que dans le Sancerrois il ne reste aucune place entre la craie inférieure de M. Raulin et son green-sand qui, pour moi, est du gault, et, pour notre collègue, l'équivalent rudimentaire du système sableux du Mans, et par conséquent de notre étage carentonien. Il faudrait admettre dans cette hypothèse la suppression du gault, et prouver l'équivalent de ce green-sand avec les grès à *Ostrea columba*. M. Raulin n'a point fait cette preuve, et la suite de la discussion indiquera si la démonstration de cette équivalence était possible.

La craie moyenne (p. 226) se montre principalement dans la vallée de la Grande-Saulde, au-dessus comme au-dessous de Vailly; elle y forme des coteaux crayeux avec lits de silex. M. Raulin y cite des Spongiaires, des Térébratules plissées et des écailles de poissons, mais sans désignation d'espèces. Nous ne savons par conséquent pas auquel de nos étages de la Charente correspond cette craie moyenne. Dans tous les cas, il ressort bien clairement des descriptions précédentes que dans le Sancerrois il existe la craie chloritée de Rouen au-dessus d'un système arénacé que M. Raulin rapporte au green-sand, Si ce green-sand, ainsi qu'on paraît l'admettre, est la base du grès vert supérieur et surtout le représentant des bancs à *Ostrea columba*, assimilation que nous repoussons d'une manière absolue, il eût été

nécessaire qu'on en fournît la démonstration rigoureuse par des arguments stratigraphiques ou paléontologiques. Je soutiens l'opinion contraire; pour moi, le green-sand représente le gault; la craie de la Motte d'Humbligny représente les premiers bancs du grès vert supérieur, et c'est au-dessus de ce dernier système que repose la craie à *Ostrea columba*. En m'exprimant de la sorte, je ne crois pas hasarder une simple assertion; je m'appuie au contraire sur les règles de l'analogie établies d'après des exemples authentiques. Nous verrons bientôt que la superposition va nous donner gain de cause.

Il paraît surprenant, en effet, que dans les deux Charentes, où, à partir des couches à *Ostrea columba*, jusqu'à la craie supérieure de Maëstricht, la série de la formation crétacée est complète, on ne pût parvenir à retrouver un étage équivalent, ni les fossiles de la craie chloritée de Rouen, qui, d'après les idées de M. Raulin, est supérieure aux couches à *Ostrea columba*, tandis que dans le Midi de la France, où cette même série est complète au-dessus comme au-dessous des bancs à *Ostrea columba*, on voit constamment la véritable craie chloritée de Rouen succéder immédiatement au gault sans interposition de couches à *Ostrea columba* et supporter, au contraire, à un niveau plus élevé, distinct, ces mêmes couches à *Ostrea columba*.

M. Raulin constate, purement et simplement, que dans le Sancerrois la craie chloritée de Rouen repose sur des argiles et des sables qu'il attribue au green-sand et que je considère comme parallèles au gault de Saint-Point, de Monteley, de Cassis et du Pont-Saint-Esprit. Son travail, par conséquent, n'attaque ni n'infirme ma classification. Mais la dernière note est plus explicite et nécessite un supplément d'instruction. Elle affirme que la craie de Sainte-Maure est le prolongement de celle de la Motte d'Humbligny, et qu'au Port de la Pile, cette craie, qui est la véritable craie chloritée de Rouen, repose sur des argiles remplies d'*Exogyra columba*. De Sancerre au Mans, la distance en ligne directe est de 17 myriamètres (42 lieues environ). M. Raulin ne nous dit pas quels sont les étages de la craie qui existent dans l'intervalle, s'il y en a plusieurs, ni de quelle manière et où ils se superposent. Si l'on était obligé d'admettre sur sa simple affirmation, que Sainte-Maure et Rouen sont sur le même horizon géologique, toute divergence d'opinion cesserait de suite; il faudrait reconnaître que la craie chloritée de Rouen est supérieure au niveau des *Ostrea columba*, car, au Port de la Pile, on voit la craie de Sainte-Maure surmonter les bancs à *Ostrea columba*. Mais avant de souscrire à cette nécessité, renseignons-nous sur le degré de confiance que doit inspirer l'assertion de notre habile contradicteur. M. Raulin dit bien que la craie de Sainte-Maure contient

les Ammonites les plus caractéristiques de la craie de Rouen, mais on sait qu'il est facile de confondre, et qu'on a très souvent confondu les *Ammonites polyopsis*, Dujardin, et *Bourgeoisi*, d'Orb., avec les *Ammonites varians*, Sow., et *rothomagensis*, Brong.; or, les deux premières appartiennent à la base de la craie supérieure dans l'Angoumois, la Saintonge et le Périgord, et M. Raulin l'admet : les *Ammonites varians* et *rothomagensis* appartiennent au contraire à la craie chloritée de Rouen. Si donc la craie de Sainte-Maure et du Port de la Pile était de la craie supérieure, au lieu d'être le prolongement de la craie de la Motte d'Umbligny, comme on le suppose, et si, de plus, entre Sainte-Maure et Sancerre, et par conséquent au-dessous des couches de Sainte-Maure et au-dessus des calcaires de la Motte d'Umbligny, on signalait l'existence de bancs avec *Ostrea columba*, ne résulterait-il pas de cette double constatation que les divers étages de la craie inférieure, dans les bassins de Paris et de la Loire, seraient disposés dans le même ordre que dans le Midi de la France, et que ma classification sortirait triomphante des objections qui lui sont adressées ?

Cette démonstration, les travaux de M. d'Archiac se chargeront de la fournir, et l'on verra qu'il y a lieu de penser que M. Raulin, à défaut de superposition directe, a mal interprété les caractères paléontologiques du Sancerrois et de Sainte-Maure, et que cette première erreur l'a entraîné fatalement dans une seconde, qui consiste à assimiler la craie de Sainte-Maure et celle de Rouen, et à les placer l'une et l'autre au-dessus des bancs à *Ostrea columba*, tandis que cela n'est vrai que pour Sainte-Maure.

M. d'Archiac a décrit dans ses études sur la formation crétacée (*Mémoires de la Société géologique de France*, 2e sér., t. II, 1846) quelques cantons du département de la Vienne, et il reconnaît que, de Châtellerault aux Ormes et au Port de la Pile (p, 37), des argiles remplies d'*Exogyra columba* et d'*Ostrea biauriculata* sortent de dessous la craie micacée (second groupe de l'auteur).

« Avant de descendre à Sainte-Maure, ajoute M. d'Archiac, la craie micacée acquiert une épaisseur de 55 à 60 mètres. Dans les carrières ouvertes des deux côtés de la route, au S. de la ville, on peut reconnaître ses caractères si constants. »

Les fossiles y sont assez répandus, et quoique la liste qui est donnée doive subir plusieurs rectifications, M. Raulin reconnaîtra, dans l'énumération qui suit, la craie blanche de la Dordogne et des deux Charentes, c'est-à-dire l'horizon de l'*Ostrea auricularis* (étage coniacien), et une portion des étages supérieurs (santonien et campanien).

Ces espèces sont entre autres :

Polypothecia dichotoma, Bennet, *Phasianella supracretacea*, d'Orb., *Micraster* (espèce nouvelle), *Anatina royana*, d'Orb., *Pholadomya Esmarkii*, Nils., *P. Marrotiana*, d'Orb., *Venus plana*, Sow., *Myoconcha cretacea*, d'Orb.

On voit bien aussi figurer sur cette liste la *Trigonia scabra*, les *Ammonites varians* et *rothomagensis ;* mais on sait, quand on est familiarisé avec la craie du sud-ouest, que ces dénominations doivent être traduites par celles-ci : *Trigonia limbata*, d'Orb., *Ammonites polyopsis*, Dujard., et *Ammonites Bourgeoisi*, d'Orb.

Ainsi, le calcaire de Sainte-Maure, que M. Raulin considère comme l'équivalent de celui de la Motte d'Umbligny, et comme de même âge que la craie chloritée de Rouen, est placé par M. d'Archiac dans la craie micacée ; or, c'est justement cette même craie micacée que le premier de ces géologues reproche au second de ne pas avoir assimilée à la craie blanche de Meudon. On comprend alors comment M. Raulin a été amené par suite de l'assimilation énoncée qu'il a faite, de la craie de Sainte-Maure, avec les bancs calcaires du Sancerrois, à supposer que la craie chloritée de Rouen était supérieure aux couches à *Ostrea columba*, lorsqu'elle lui est certainement inférieure. Aussi suis-je étonné de voir M. Raulin s'étayer, pour soutenir sa thèse, de l'opinion de M. d'Archiac, qui lui est, comme on peut en juger par ce qui précède, on ne peut plus contraire. On comprend également pourquoi M. Raulin est obligé de convenir, par la confusion qu'il a faite de deux faunes distinctes, que les espèces caractéristiques de la craie chloritée de Rouen ne se montrent plus dans les calcaires crayeux des environs de Saumur et de la Flèche.

Il me semble que, pour faire prévaloir une opinion différente de la mienne, il eût été nécessaire de montrer dans une coupe naturelle la superposition directe de la craie chloritée de Rouen à celle avec *Ostrea columba*. A défaut de cette démonstration, n'était-il pas plus conforme aux lois de l'analogie d'admettre que la distribution des animaux dans le sud-ouest et dans le bassin de Paris avait dû être soumise aux mêmes règles que dans le Midi de la France et dans le Jura, que de se heurter contre un fait positif? Car il serait extraordinaire que, contrairement à ce qui se vérifie dans toutes les régions de la terre, la succession normale des faunes eût été intervertie tout juste sur un point où la disposition du sol, ou bien son recouvrement par des dépôts tertiaires, ne permettait pas de constater la superposition des étages en litige, et que, d'un autre côté, il fût impossible d'apercevoir dans les deux Charentes, dans l'Anjou et dans la Sarthe, le moindre vestige d'un système (la craie chloritée de

Rouen) qu'on proclamait être supérieur au niveau des *Ostrea columba*. Cependant, la série des étages de la craie inférieure, à l'exception de la craie chloritée de Rouen qui en forme la base, est complète dans ces diverses provinces, et, de plus, elle se reproduit terme pour terme dans le Gard, dans Vaucluse et dans la haute et basse Provence : or, il est de la dernière évidence qu'au-dessous de l'horizon tracé par la présence de l'*Ostrea columba*, il existe un étage lignitifère, dont la puissance, à Saint-Paulet, atteint et dépasse même 90 mètres, et qu'au-dessous de ce dernier, on constate, à ne pouvoir s'y méprendre, la présence de la véritable craie de Rouen, trahie par une légion de fossiles propres à cet étage, et se liant dans le Midi, dans le Jura et dans le Sancerrois, à l'étage du gault. Ainsi, nous ne saurions trop insister sur ce point : toute anomalie disparaît, et le caractère paléontologique reprend et conserve toute sa valeur, si on reconnaît avec nous que le green-sand du Sancerrois est parallèle au gault du Midi et du Jura, la craie de la Motte d'Umbligny à la craie chloritée de Rouen, d'Eoulx, de Saint-Point et de Monteley, les bancs à *Ostrea columba* de la Provence, du Port-de-la-Pile, parallèles aux bancs à *Ostrea columba* de la Provence, d'Angoulême et de la Sarthe, et la craie micacée de Sainte-Maure, de Saumur, parallèle à une portion de notre craie supérieure. Alors la superposition se trouve d'accord avec la paléontologie.

Nous aurons complété l'assimilation, si nous parvenons à trouver entre la craie de la Motte d'Humbligny et les bancs à *Ostrea columba* et *biauriculata* l'équivalent des grès et des calcaires à Ichthyosarcolites, qui existent dans la Charente entre les argiles à ostracées et les argiles lignitifères. Les observations contenues dans les mémoires de M. d'Archiac vont projeter une vive lumière sur ce sujet, et aideront à dissiper les doutes qui pourraient subsister encore sur la convenance de notre classification. Cet auteur, on le sait, n'admet point de craie blanche ni dans le bassin de la Charente ni dans celui de la Loire. La craie jaune de Touraine correspend à notre étage à *Ostrea vesicularis*, sa craie micacée à nos étages campanien (en partie), santonien et coniacien à *Ostrea vesicularis*. Son troisième étage (psammites, grès et marnes à ostracées pour le bassin de la Loire, calcaires blancs ou jaunes pour la Charente) se confond avec nos étages provencien avec *Sphærulites radiosus*, angoumien avec *Radiolites lumbricalis*, et carentonien (partie supérieure) avec *Ostrea columba* et *biauriculata*. Enfin, son quatrième étage (sables et grès verts ponr le bassin de la Loire, calcaire à Caprinelles, sables et lignites pour la Charente) est parallèle à nos étages carentonien (en partie) avec *Sphærulites foliaceus* et gardonien. Cette compa-

raison sommaire est suffisante pour l'intelligence de nos explications, et pour montrer en quoi notre manière de voir diffère de celle du savant académicien.

M. d'Archiac s'est occupé aussi du Sancerrois (*Mémoires de la Société géologique*, 2e série, t. II) ; il rapporte (p. 20) qu'avant d'arriver au pont de la Mivoye on voit affleurer un calcaire marneux avec *Pecten quinque-costatus*, Lam., *Ammonites falcatus*, Sow., *Mantelli*, Sow., *varians*, Sow., qu'il introduit dans la partie moyenne du groupe de la craie tuffeau (craie micacée). Avant d'arriver à Saint-Satur, on voit le grès vert sortir de dessous la craie et s'appuyer (entre Saint-Satur et Sancerre) sur le groupe néocomien.

Le calcaire de Mivoye est assimilé à celui des environs de Bonny et de la Celle (Nièvre) qui renferme les mêmes fossiles et repose également sur le groupe néocomien (p. 14). Ces sables, qui sont rapportés par MM. d'Archiac et Raulin au grès vert supérieur des Anglais, sont du gault pour nous. Si ces deux géologues s'accordent sur ce point, ils diffèrent radicalement sur l'âge du calcaire supérieur aux grès. M. d'Archiac, en le plaçant dans la craie micacée, l'élève jusqu'au niveau des *Ostrea auricularis*, des *Micraster brevis*, c'est-à-dire au niveau des bancs que M. Raulin et moi nous considérons comme craie supérieure. Il va sans dire que pour mon compte je ne puis en aucune manière accepter ce rapprochement, dont les détails qui précèdent ont démontré l'inadmissibilité.

Si les observations de MM. d'Archiac et Raulin étaient reconnues exactes plus tard, ou pour mieux dire si leurs hypothèses se vérifiaient, on serait dans la nécessité d'admettre l'existence de deux craies chloritées de Rouen : l'une supérieure aux bancs à *Ostrea columba*, dans les bassins de Paris et de la Loire, et une seconde inférieure à ces mêmes bancs dans le midi de la France, mais à coup sûr un pareil dédoublement n'existe pas, et je crois avoir indiqué assez nettement l'erreur qui a été commise, pour qu'il soit utile d'insister de nouveau sur cet objet. La substitution du green-sand au gault a amené ce déplacement d'étages, en suggérant l'idée de changements latéraux de faunes dans des bancs qui ne sont point synchroniques.

Mêmes observations pour la coupe que M. d'Archiac donne des environs de Champarlant (p. 25).

Mais poursuivons. En étudiant avec soin le mémoire que nous analysons, ainsi que la méthode suivie par son auteur, il est facile de deviner le système erroné dans lequel a entraîné la première méprise que nous venons de signaler.

Des environs de Sancerre, M. d'Archiac nous transporte sans

transition dans la vallée du Cher, en franchissant une distance de 6 myriamètres (15 lieues environ). « En continuant à nous avancer vers l'ouest (*Hist. des prog. de la géol.*, t. IV, p. 325), les relations des diverses couches arénacées et argileuses, inférieures à la craie micacée ou glauconieuse, vont devenir de plus en plus obscures et difficiles à s'accorder avec celle de l'est. »

« Après avoir passé la rivière de Barengeon (*Mém.*, 1846, p. 26), on trouve des marnes fissiles friables. Les talus de la route mettent à découvert une masse de sables argileux, gris verdâtres, enveloppés d'un dépôt puissant de sable argileux rouge. En redescendant à la Francroisière, les mêmes sables argileux verts se montrent de nouveau, représentant sans doute la partie inférieure de la craie micacée. Un peu avant le hameau, sur la gauche de la route, le sol est couvert de blocs de grès calcarifères, jaunâtres, très durs, provenant du grès vert des environs, ou peut-être d'une modification locale du second groupe (gault). Nous ne les avons point trouvés d'ailleurs bien en place. Ils renferment, entre autres fossiles, le *Catopygus columbarius*, Agass., la *Panopea striata*, d'Orb., la *Trigonia spinosa*, Park., la *Lima semisulcata*, Goldf., et l'*Exogyra columba minor*, Goldf. »

« Il serait important, ajoute M. d'Archiac (*Hist. des prog. de la géol.*, p. 325), de vérifier le gisement de ces blocs, dont les fossiles annoncent la faune de l'étage du grès vert ou quatrième étage de l'ouest. »

« De ce point jusqu'à Vierzon (*Mém.*, p. 26), la route paraît être constamment tracée sur la partie inférieure de la craie micacée. Cette dernière, sableuse, tendre, gris verdâtre, est mise bien à découvert dans une carrière située en face de la forge, à l'entrée du faubourg. La ville basse est bâtie sur le sable argileux vert, et tout le haut de la colline est formé de craie micacée. Vers la base, cette roche est toujours plus argileuse. Les ponts du faubourg d'Orléans la traversent pour atteindre la nappe d'eau que retiennent les glaises grises, comme nous l'avons vu près de Myennes (Nièvre). »

« Il est peu probable (p. 28) que ces argiles sableuses puissent représenter une partie du groupe inférieur de la formation (néocomien). L'absence complète de calcaire et de fossiles sur le point qui nous occupe, de même qu'au S.-O. de Sancerre, ne nous permet pas quant à présent de séparer ces couches du grès vert. »

Le grès de la Francroisière avec *Ostrea columba* nous fournit un point de repère précieux qui va nous aider à trancher le nœud gordien de la question, et à dissiper l'obscurité que signale M. d'Archiac.

Constatons tout d'abord la position géographique de ce grès. Il est

placé entre Sainte-Maure et le Port de la Pile, si l'on aime mieux, et le Sancerrois, c'est-à-dire entre une première bande calcaire (Motte d'Humbligny) caractérisée par l'*Ammonites varians*, etc. (craie chloritée de Rouen), et placée au-dessus d'un système argilo-sableux, et une seconde bande calcaire (Sainte-Maure) surmontant un système également argilo-sableux, caractérisé par les *Ostrea columba* et *biauriculata*. MM. Raulin et d'Archiac parallélisent les deux bandes calcaires et les deux bandes de grès, de sorte que, suivant eux, il n'y a que deux étages là où nous en reconnaissons quatre; mais ce parallélisme, ils l'admettent sans en démontrer l'existence réelle, et ils sont obligés de convenir que la signification des fossiles est en opposition avec leur arrangement systématique. S'il leur eût été permis de constater entre la Francroisière et le Sancerrois les relations directes du grès de la première localité avec le calcaire de la Motte d'Humbligny, ils auraient certainement vu que ce grès recouvrait le calcaire de la même manière que celui-ci recouvre les sables et les argiles du Sancerrois et de Myennes; que dès lors il y avait lieu de distinguer deux étages de grès, le plus inférieur représentant le gault et supportant la craie chloritée de Rouen avec *Ammonites rothomagensis*, et le supérieur (grès de la Francroisière) servant de base aux bancs à *Ostrea columba* et *biauriculata* du Port de la Pile, lesquels supportent à leur tour la craie micacée de Sainte-Maure (1). Or, ces deux étages distincts de grès, dont l'inférieur représente le gault et l'autre les grès placés au-dessus des argiles à ostracées, existent réellement dans le Gard et dans la Provence, tandis que le dernier est seul représenté dans l'Angoumois.

Cette classification, qui n'est nullement théorique, puisqu'elle s'appuie sur la superposition, fait disparaître les discordances apparentes signalées entre les divers étages de la craie dans les bassins de

---

(1) Comme la craie micacée de M. d'Archiac correspond à un niveau supérieur aux calcaires blancs ou jaunâtres des Deux-Charentes, nous avons dû placer la craie de Sainte-Maure dans notre craie supérieure; nous y avons été autorisé par l'ensemble des fossiles qu'on a signalés dans cette localité. Mais en admettant même que la craie de Sainte-Maure représentât nos étages angoumien et provencien ou l'un d'eux seulement, cette question serait complétement indifférente, puisqu'il s'agit surtout de démontrer que la craie chloritée de Rouen, du Sancerrois, de la Provence et du Jura, avec *Ostrea conica*, *Ammonites rothomagensis*, *varians*, etc., est inférieure aux bancs à *Ostrea columba* et *biauriculata*, et que dans aucun cas la craie micacée de Sainte-Maure ne peut lui être rapportée.

Paris, de la Loire, de la Charente et ceux des Alpes provençales, et permet de tracer des horizons aussi sûrs dans cette portion des terrains sédimentaires que dans la formation jurassique ou dans la formation tertiaire.

Voici donc comment s'opèrent, d'après notre manière de voir, les raccordements des différents termes de la formation crétacée dans les divers bassins da la France :

FORMATION CRÉTACÉE. Groupes.	Etages.	Provence et Gard.	Sancerrois, Yonne, Loire, Anjou et Sarthe.	Deux-Charentes, et Dordogne.	Jura.
I. Néocomien.	1. Valangien	manque . . .	manque. . . .	manque. . .	Valangien.
	2. Néocomien . . . . (horizon de l'*Ostrea Coulani*).	Néocomien. .	Néocomien, .	manque. . .	Néocomien.
II. Du gault.	3. Urgonien.	Urgonien. . .	manque . . .	manque. . .	Urgonien.
	4. Aptien. . . . . (horizon de l'*O. aquila*.	Aptien. . . .	Aptien. . . .	manque. . .	Aptien.
	5. Albien. . . . . (horizon de l'*O arduennensis*).	Albien. . . .	Albien. . . .	manque. . .	Albien.
III. De la craie inférieure.	6. Ro homagien. . . . (horizon de l'*O. conica*).	Rothomagien.	Rothomagien.	manque. . .	Rothomagien.
	7 Gardonien	Gardonien. .	manque?. . .	Gardonien. .	manque.
	8. Carentonien. . . . (horizon des *O. columba* et *bi-auriculata*).	Carentonien ,	Carentonien .	Carentonien.	manque.
	9. Angoumien. . . .	Angoumien. .	Angoumien. .	Angoumien.	manque.
	10. Provencien. . . .	Provencien. .	manque?. . .	Provencien ·	manque.
IV. De la craie supérieure.	11. Coniacien. . . . . (horizon de l'*O. auricularis*).	Coniacien. . .	Coniacien. . .	Coniacien. .	manque.
	12. Santonien.	Santonien. . .	Santonien. . .	Santonien. .	manque.
	13. Campanien. . . . (horizon de l'*O. vesicularis*).	Campanien. ,	Campanien. .	Campanien .	manque.
	14. Dordonien.	Dordonien. .	Dordonien. .	Dordonien. .	manque.

C'est donc entre Sancerre et Vierzon que doit s'opérer la superposition de la craie avec *Ostrea columba* à la craie chloritée de Rouen. Les grès de la Francroisière seraient les premiers représentants de la craie de la Charente et correspondraient aux grès calcarifères de notre second étage.

En jetant un coup d'œil général sur la craie de la France nous voyons que celle du bassin de la Loire fait partie de la vaste formation qui circonscrit le bassin de Paris, et on voit, en jetant les yeux sur la *Carte géologique de la France* et en consultant les descriptions qui en ont été données, qu'à mesure que des bords orientaux du bassin on pénètre dans le centre, on recoupe successivement les divers étages

de la formation, à partir du groupe néocomien jusqu'à celui de la craie supérieure, et que les étages inférieurs ne persistent pas dans toute l'étendue du bassin. C'est ainsi que dans le Sancerrois et dans le département de l'Yonne, on n'observe que le terrain néocomien, le gault et le craie chloritée de Rouen, tandis que dans la partie Est du département du Cher, autour de Massay, le grès vert (étage carentonien) s'appuie sur le calcaire kimmeridien, sans que le gault ou la craie chloritée de Rouen y soient représentés.

La formation crétacée des bassins de la Charente et de la Gironde, qui est séparée de celle du bassin de la Loire par une large barrière jurassique, est postérieure à la craie chloritée de Rouen, car les premiers dépôts datent de l'époque des lignites de Saint-Paulet.

La craie du midi de la France se rattache au système crétacé des Alpes, et si, dans la chaîne du Jura, le gault et la craie chloritée de Rouen sont seuls représentés, on voit, en descendant vers les Alpes dauphinoises et provençales, ces mêmes étages supporter la craie de la Sarthe et de la Charente, qu'on tenterait vainement aujourd'hui de considérer comme l'équivalent de l'étage rothomagien.

Enfin, la craie supérieure qui est représentée dans le Dauphiné, dans la Provence, dans les deux Charentes et dans le bassin de la Loire, complète l'assimilation qu'on est en droit d'établir entre la craie du bassin de Paris et celle des autres bassins principaux de la France.

Nous pensons donc, pour nous résumer, avoir fourni des raisons péremptoires et suffisantes pour démontrer : 1° que, dans les bassins de Paris et de la Loire, la succession des divers étages crétacés s'était opérée dans le même ordre que dans le midi de la France; 2° que la craie chloritée de Rouen était inférieure aux bancs à *Ostrea columba* et *biauriculata ;* 3° enfin, que la craie chloritée de Rouen manquait dans les deux Charentes et dans la Dordogne.

Nous sommes convaincu que des observations ultérieures entreprises dans le département de la Seine-Inférieure, de la Sarthe, d'Indre-et-Loire et du Cher, dissiperont pleinement les doutes que quelques points mal interprétés peuvent laisser subsister encore et feront accepter sans contestation le parallélisme que nous avons proposé. Nous sommes persuadé aussi que des savants aussi habiles et aussi consciencieux que MM. d'Archiac et Raulin trouveront dans les coupes que nous avons données de quelques localités de la Provence et du Doubs, ainsi que dans les explications qui ont été fournies, la solution des difficultés que leur a opposées la nature du terrain dans le Sancerrois et dans la vallée du Cher, difficultés qui ne leur ont pas permis de constater la superposition directe des étages

de la craie avec autant de sûreté que nous avons pu le faire dans les montagnes accidentées de la Provence et du Doubs.

M. d'Archiac, par suite de la lecture de cette note, présente les observations suivantes :

Lorsqu'en 1843 nous publiâmes la première partie de nos *Études sur la formation crétacée du sud-ouest de la France* (1), nous disions : « Il restera donc encore assez à faire après nous pour les cartes » géologiques de département, en tant qu'il faudra tracer les limites » superficielles des étages, multiplier les descriptions de lieux, com- » pléter les listes de fossiles, insister sur tout ce qui peut se rattacher » à l'industrie, à l'agriculture, etc. Ainsi, c'est un travail intermé- » diaire entre la *Carte géologique de la France* et les cartes de détail » qui seront entreprises ultérieurement. »

En 1851, dans le chapitre 7 (vol. IV) de l'*Histoire des progrès de la géologie*, nous avons pu compléter nos premiers aperçus et nous pensions encore que cette sorte de triangulation de second ordre pourrait servir de canevas ou de base à des recherches plus détaillées, comparables elles-mêmes aux travaux topographiques qui s'exécutent souvent à l'aide d'une simple boussole.

M. Manès, dans sa *Description physique, géologique et minéralurgique du département de la Charente-Inférieure*, publiée en 1853, en a jugé ainsi; mais M. Coquand, dans une *Notice sur la formation crétacée du département de la Charente-Inférieure* (2), dont nous n'avions pas eu connaissance lors de sa présentation à la Société, a cru faire beaucoup mieux que ses prédécesseurs, ou du moins autrement qu'eux. Mon but n'est point ici de critiquer ce travail, mais de réclamer ce que je crois m'appartenir. Je ferai également abstraction de certains rapprochements théoriques entre ces couches crétacées et celles d'autres parties de la France, me bornant à considérer les faits stratigraphiques réels propres au pays dont nous parlons.

M. Coquand donne (p. 56-57) sa classification générale de la formation crétacée et (p. 58-59) celle plus particulière du département de la Charente. Il aurait pu, avec quelques lignes de plus, reproduire celle que j'avais donnée en 1851 pour toute la zone crétacée du sud-

(1) *Ann. des sc. géol. de Rivière*, vol. II, p. 123, 1843, 2 planches de coupes.

(2) *Bulletin*, 2e sér., vol. XIV, p. 55, séance du 3 novembre 1856,

ouest, ce qui eût mis le lecteur à même d'apprécier les différences des deux classifications et de juger des progrès que la seconde a fait faire à cette partie de la géologie de l'Angoumois. On aurait vu de suite que les divisions de M. Coquand sont plus nombreuses que les miennes, ce qui devait être, puisque son but différait du mien et que je n'avais point consacré huit années à l'étude de ce département. J'avais admis ou indiqué suffisamment 15 ou 16 divisions d'inégale valeur, M. Coquand en établit 18, mais cela importe peu, car ceux qui viendront après lui pourront doubler ou tripler ce nombre avec tout autant de raison, suivant le point de vue auquel ils se placeront. Ce que M. Coquand a omis dans sa note, je vais essayer de le faire. Pour faciliter la comparaison de ma classification de 1851 avec celle de M. Coquand, je les mettrai en regard dans le tableau suivant :

	Classification de M. Coquand (1856).	Classification de M. d'Archiac (1845—1851).
Craie inférieure.	2e Et., 1er s.-ét. Argiles lignitifères. . . .	4e Ét., 4e s.-ét. Argiles pyriteuses et liguites.
	2e — Grès verdâtre calcarifère et grès sableux ferrugineux	3e — Calcaires et grès calc. avec échinodermes.
		2 — Sables et grès verts ou ferrugineux.
	3e — Calcaires à Ichthyosarcolites.	1er — Calcaires à Caprinelles (Ichthyosarcolites).
	4e — Argile tégnline	3e — 3e — Calcaires marneux, jaunes, et argiles bleues avec ostracées, calcaires à *Ammonites Fleuriausianus*, etc.
	5e — Sables supérieurs à *O. plicata*.	
	6e — Deuxième banc à Ichthyosarcolites.	
	7e — Calcaire marneux avec *Ostrea columba*, var. *major*, *Inoceramus*, etc.	2e — Calcaires marneux gris, blancs ou jaunâtres.
	3e — 1er — Calcaire subcristallin en plaquettes.	
	2e — Calcaire dur saccharoïde.	
	3e — Calcaire à *Radiolites lumbricalis*.	4er — Calcaire blanc, jaunâtre, à rudistes.
	4e — 1er — Calcaire marneux en plaquettes.	. . . . . Calcaire marneux, schist., sans fossiles.
	2e — Calcaire solide (chaudron)	. . . . . *Chaudron*.
	3e — Calcaire feuilleté, marneux.	. . . . . Calcaire marneux en plaquettes.
Craie supérieure.	1er — 1er — Sables et grès de Richemond.	2e — . . . . Sables de la vallée du Trèfle.
	2e — Craie solide, à *O. auricularis*.	. . . . . Calcaires sableux, glauconieux, durs, en plaquettes.
	3e — Craie tendre avec silex.	. . . . . Calcaire marneux, blanchâtre, à silex, et calcaire marneux, tendre.
	2e — . . . . . , Craie tendre, à *O. vesicularis*.	1er — . . . . . Calcaires jaunes supérieurs.
	3e — . . . . . Calcaire jaune, *Sphærulites cylindraceus*, etc.	. . . . . Assise supérieure.

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, vol. IV, p, 395, 422, 437, pl. II, 1851. Les *assises* indiquées ici à la fin des trois premières lignes ne sont mentionnées que dans le texte descriptif, mais ne pouvaient être méconnues avec la plus légère attention.

Notre confrère (p. 59) divise la formation crétacée du département de la Charente en deux groupes qu'il désigne par les expressions de *craie inférieure* et de *craie supérieure*. La craie inférieure de M. Coquand comprend exactement mes étages 4 et 3, et la craie supérieure mes étages 1 et 2, de sorte que cette première coupe générale de la formation est identique de part et d'autre. Passons aux 6 étages et aux 18 sous-étages, en procédant comme l'auteur, de bas en haut, inversement à la marche que nous avons adoptée.

Craie inférieure, Coq., *étages* 3 *et* 4, d'Arch.

Le *deuxième étage* de M. Coquand, le premier suivant lui n'existant pas dans le pays, est divisé en 7 sous-étages.

Le 1er sous-étage, *argiles lignitifères*, correspond exactement à la quatrième assise de mon 4e étage, *argiles pyriteuses et lignites*. (Loc. cit., 437.)

Le 2e sous-étage, *grès verdâtres calcarifères et grès sableux ferrugineux*, comprend mes assises 3 et 2, *calcaires et grès calcarifères avec échinodermes*, *sables et grès vert ou ferrugineux*.

Le 3e sous-étage correspond à l'assise n° 1, *calcaire à Caprinelles*.

Les sous-étages 4, 5 et 6 représentent l'assise n° 3 ou la base de mon troisième étage. C'est dans la zone crétacée du sud-ouest, comme dans le bassin de la Loire, un excellent horizon. On peut y établir, suivant les points, des divisions plus ou moins nombreuses, mais ses caractères généraux sont constants depuis les environs de Cahors jusqu'à Soubise, au sud de Rochefort. M. Coquand a découvert un second banc d'Ichthyosarcolites ; c'est le fait le plus nouveau de sa notice.

Le 7e sous-étage représente la seconde assise de mon troisième étage, *les calcaires marneux gris*, *blancs ou jaunâtres*, dans lesquels se trouvent aussi compris les sous-étages 1 et 2 du *troisième étage* de M. Coquand.

Le 3e sous-étage de ce dernier, *calcaire pierre de taille caractérisée par les* RADIOLITES LUMBRICALIS, correspond exactement à la première assise de mon troisième étage, *calcaires blancs ou jaunâtres à rudistes*, dans laquelle nous avions aussi distingué (p. 426) les trois sous-étages du 4e étage de M. Coquand, c'est-à-dire au-dessus des calcaires précédents, un *calcaire marneux schistoïde sans fossiles*, le *chaudron* et les *calcaires marneux en plaquettes*.

Craie supérieure, Coq., *étages* 2 *et* 1, d'Arch.

Le 1er sous-étage du 1er étage de M. Coquand, le *sable et grès*

sableux de Richemond, est le dépôt que j'ai indiqué absolument dans la même position sur les bords du Trèfle, près de Marignac (p. 417), et que M. Manès a retrouvé ensuite à Richemond même (p. 155) et près de Saujon.

Le 2e sous-étage correspond exactement aux *calcaires sableux et glauconieux, durs, en plaquettes*, de ma première assise inférieure que j'ai suivis et décrits depuis Gourdon (Lot) jusqu'à Saujon (Charente-Inférieure).

Le 3e sous-étage représente la seconde et la première assise de mon second étage.

Le 2e étage de M. Coquand comprend toute la partie principale de mon premier, c'est-à-dire les *calcaires jaunes supérieurs* que l'on peut suivre du département du Lot à l'embouchure de la Gironde, caractérisés sur une grande partie de cette étendue par l'abondance de l'*Ostrea vesicularis*, var., des Sphérulites, des Radiolites, des échinodermes, etc.; mais nous persistons à en distinguer au-dessous, malgré un certain nombre d'espèces communes, l'assise marneuse de Riberac à Talmont, que nous plaçons à la partie supérieure de la craie micacée.

Enfin le troisième étage de M. Coquand est formé avec la partie supérieure de mon premier étage, dont j'ai également indiqué les caractères et la position, de Beaumont et Saint-Mametz à Mucidan, Montlieu, Montendre et Royan.

En résumé, M. Coquand a proposé 18 divisions dans la formation crétacée du département de la Charente, et, ajoute-t-il, de la Charente-Inférieure, au lieu de 15 ou 16 que nous avions indiquées. Il les a souvent, à la vérité, associées ou groupées d'une manière différente, mais on sait combien il y a d'arbitraire dans ce travail de chacun lorsqu'il s'agit de faits de cet ordre. Cependant nulle part les rapports stratigraphiques essentiels établis par nous sur une surface beaucoup plus étendue, et en beaucoup moins de temps, ne se sont trouvés en défaut et n'ont été démentis. Nous ne voyons donc pas que la classification que nous avons établie en 1843 et complétée en 1851 soit infirmée en aucune manière par les observations plus détaillées et plus circonscrites de M. Coquand. Nous trouvons même dans ces dernières la confirmation de ce que nous avons dit en nous plaçant à un autre point de vue, et nous aurions été bien aise de ne pas nous trouver dans la nécessité toujours désagréable de le faire remarquer nous-même.

Nous persisterons donc à regarder les horizons géologiques que nous avons tracés dans la zone crétacée du sud-ouest comme étant vrais et indépendants des sous-divisions locales nécessitées par un

travail différent du nôtre, mais pour lesquelles ils pourront toujours servir de base.

Enfin, quant aux rapprochements et aux synchronismes que M. Coquand s'attribue avec un certain empressement et que de son côté M. Raulin, dans une lettre lue à la dernière séance, revendique avec non moins de chaleur pour les *géologues aquitains*, ce sontd es conclusions d'un ordre tout différent, dont je n'ai point à m'occuper ici, mais qui gagneraient certainement beaucoup au jugement du lecteur, si elles étaient déduites d'observations stratigraphiques comparées plus complètes, et si elles étaient exprimées en même temps avec plus de réserve.

M. Bouvy fait la communication suivante :

Depuis mon séjour aux îles Baléares datant de 1834, je m'occupe de leur étude géologique et physique. Ce séjour coïncide avec le voyage de M. de la Marmora que j'ai eu le plaisir d'accompagner dans quelques excursions.

Le mémoire de ce savant m'a servi de guide. En 1852, j'ai publié dans une revue espagnole une description des roches composant l'île de Mayorque et de l'exploitation du charbon.

Les progrès des sciences paléontologiques depuis une vingtaine d'années me firent voir que, sans une détermination exacte des fossiles, je ne ferais qu'un travail incomplet et de peu de valeur. Je me suis donc contenté de rassembler des matériaux en attendant l'occasion de faire un voyage à Paris. Cependant, en 1853, j'ai eu le plaisir de recevoir la visite de Jules Haime, de regrettable mémoire.

La classification que ce savant m'a donnée, et qu'il a publiée en 1855 dans le *Bulletin*, a été le premier travail exact qu'on ait publié sur la faune de Mayorque.

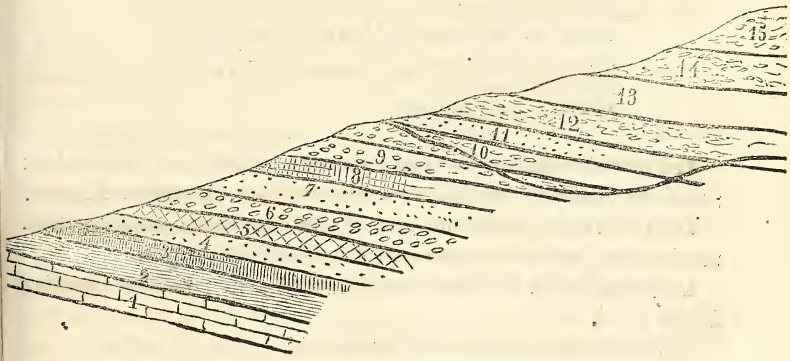
En commençant l'exploitation du charbon, je considérais ce gisement comme appartenant au terrain crétacé, conformément à l'opinion de M. de la Marmora, malgré la présence des Nummulites dans des couches calcaires en contact avec le combustible, puisqu'alors c'était l'opinion de la plupart des géologues.

Les coupes données par divers auteurs de gisements analogues, Entrevernes (Savoie), Pyrénées, Corbières, etc., me confirmèrent dans cette opinion. Divers voyages faits dans le midi de la France, à Aix, en Provence, et sur différents points de l'Espagne connus pour posséder des gisements de lignite, me firent toujours voir une grande différence. Partout je vis le terrain tertiaire lacustre bien déterminé,

tandis qu'à Mayorque on voyait un dépôt d'eau douce enclavé ou immédiatement superposé au terrain crétacé.

Plus tard, la lecture des divers articles et mémoires publiés par la Société sur la véritable place des terrains à Nummulites me fit concevoir des doutes, et m'engagea à faire des observations stratigraphiques très exactes.

Le voyage rapide de Haime jeta quelque jour sur l'âge des divers terrains par la détermination des fossiles; mais comme ce savant ne s'occupa guère de stratigraphie, il est tombé dans une erreur en disant que le combustible de Mayorque est supérieur aux couches à Nummulites, tandis que le contraire a lieu, comme la Société peut le voir par la coupe ci-dessous.



1. Calcaire compacte.
2. Calcaire argileux.
3. Calcaire bitumineux, avec charbon.
4. Calcaire à grains concrétionnés.
5. Calcaire compacte, écailleux.
6. Conglomérat.
7. Calcaire argilo-sableux.
8. Calcaire bitumineux, avec charbon.
9. Calcaire à Nummulites.
10. Conglomérat.
11. Calcaire à foraminifères.
12. Conglomérat.
13. Calcaire argileux à Ammonites.
14. Calcaire à Nummulites.
15. Conglomérat.

J'ai fait trois coupes perpendiculaires à la direction des couches séparées entre elles d'une lieue.

Nous trouvons pour chacune d'elles la succession suivante :

1° Un calcaire compacte, à grains fins, jaunâtre, partagé par de nombreuses veines spathiques, fournissant un marbre commun très en usage pour les constructions diverses, telles que bains, cheminées, etc.

Cette roche est caractérisée par de nombreux *Ammonites*, *Belemnites*, *Aptychus*, *Spatangus*, *Terebratula*, etc., parmi lesquels on observe, d'après Haime, les espèces suivantes :

Ammonites plicatilis.
— *athleta.*
— *recticostatus.*
— *subfimbriatus.*
Belemnites hastatus.
Belemnites canaliculatus.
— *dilatatus.*
Aptychus imbricatus.
Terebratula diphya.
Cyclolites elliptica.

2° Un calcaire argileux, bleuâtre, passant par intervalles à un calschiste avec les mêmes fossiles que le précédent.

3° Un calcaire bitumineux avec dépôts irréguliers de charbon et d'argile plastique blanche, bleue et noire, assez réfractaire.

On trouve dans la roche bitumineuse, ainsi que dans le charbon, les fossiles suivants :

Bulimus, *Helix.*
Clausilia Beaumonti, déterminé par Haime.
Planorbis obtusus, —
Melania Laurea, —
Lymnæa pyramidalis.

Les amas de charbon ont une puissance variable de 3 mètres à un simple filet qui sert de guide aux mineurs pour en trouver d'autres.

Dans les roches encaissantes on observe des impressions végétales nombreuses, paraissant appartenir à la famille des *Algues*.

L'exploitation de ce charbon se poursuit d'une manière régulière depuis 1836.

La composition médiate est la suivante :

Matières volatiles.	0,23
Carbone.	0,65
Cendres.	0,12

Son pouvoir calorifique est de 5500 calories.

4° Une couche de calcaire à grains concrétionnés, de grandeur variable, depuis la grosseur d'un œuf à un grain de millet, fournissant un marbre à bel effet.

5° Un calcaire compacte écailleux, d'un brun sale, sans fossiles.

6° Un conglomérat de cailloux roulés calcaires ou un nagelflue ou gompholite de Brongniart ; la grandeur des cailloux varie de la grosseur de la tête à celle du gravier ; fortement cimenté par une pâte calcaire.

Cette roche fournit à la construction des colonnes qui prennent le poli et donnent une brèche d'un assez bon effet.

7° Un calcaire argileux, sableux, avec impressions végétales.

8° Un calcaire bitumineux analogue à celui indiqué sous le n° 3,

avec des amas irréguliers de charbon et les mêmes fossiles précédemment indiqués.

9° Un calcaire pétri de Nummulites, qui d'après Haime, sont les espèces suivantes :

Nummulites Ramondi,
— *intermedia.*
— *planulata.*

10° Un banc de conglomérat analogue en tout à celui indiqué sous le n° 6.

11° Un calcaire pétri de foraminifères non déterminés encore.

12° Un autre banc de nagelflue comme les antérieurs.

13° Un calcaire argileux, dans lequel j'ai trouvé des Ammonites, Scaphites, Bélemnites non déterminés encore, entre autres en mai 1855, avec M. Paul Marès qui doit en posséder des échantillons à Paris.

14° Immédiatement sur ce calcaire, on trouve en stratification concordante une couche de calcaire à Nummulites des espèces antérieurement citées ; on y trouve encore des polypiers du genre *Eschara*, ainsi que des Échinites (genre *Cidaris*), des *Pecten* et d'autres bivalves non déterminées.

15° Ce dépôt est recouvert par un conglomérat très puissant.

Sans ce dépôt de calcaire argileux avec Ammonites et Bélemnites, désignés sous le n° 13, tout serait normal dans cette coupe et analogue à celles données par divers auteurs des Apennins, des Basses-Alpes, etc. Mais à Mayorque se présente un fait analogue à celui qui fut observé par M. Leymerie, dans l'Aude, ce qui motiva la désignation de terrain épicrétacé.

Il faut peut-être considérer ces fossiles comme une colonie crétacée. J'espère pendant mon séjour à Paris, en recevant une partie de ma collection, et avec l'aide d'hommes compétents, éclaircir ce doute.

M. Barrande demande à M. Bouvy si la coupe qu'il a observée est assez régulière pour ne laisser aucun doute sur la position de la couche à Ammonites, Scaphites, etc.; si ces fossiles ne paraissent pas remaniés, et enfin si la même coupe se reproduit plusieurs fois.

M. Bouvy répond que la couche crétacée fossilifère semble bien être immédiatement superposée aux bancs à Nummulites, et que la couche (2) est semblable à la couche (13) de la

coupe ; les fossiles n'ont pas été remaniés. Le seul moyen d'expliquer cette coupe, d'après les idées reçues en géologie, est de supposer l'existence d'une faille, supposition qui serait d'ailleurs en rapport avec le relief topographique du terrain.

Le Secrétaire donne lecture de la notice suivante de M. Zienkowicz :

Note sur quelques faits observés lors de l'ouverture et de l'élargissement de la galerie principale du souterrain de Blaizy, près de Dijon, par M. Zienkowicz.

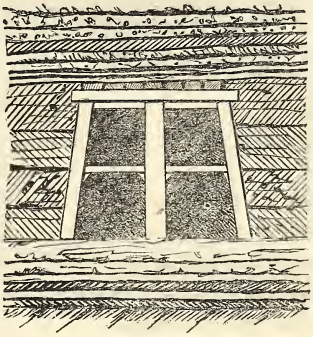
L'inclinaison de l'axe du chemin de fer, dans le souterrain, ayant une direction tout opposée à l'inclinaison des couches des terrains, a fait que l'ouverture de la galerie a présenté une coupe complète de deux étages inférieurs, de la formation liasique, et de presque toute la formation des marnes irisées.

Cette circonstance a donné toutes facilités pour étudier les couches dans leur état primitif, les changements qu'elles ont subis par la proximité des failles, les infiltrations des eaux, le contact de l'air, les dérangements ou dislocations locales qu'ont éprouvés ces couches par la cristallisation et la formation des géodes, ou par suite de la réaction chimique qui s'est opérée avant l'ouverture de la galerie et pendant l'exécution des travaux.

Pour le moment, je ne parlerai que d'un fait qui s'est présenté sur une assez grande échelle, et qui a occasionné des accidents très graves et créé des difficultés à l'exécution des travaux du souterrain pendant diverses périodes de ces travaux.

Entre les puits 12 et 16 du souterrain, la galerie a été excavée dans l'étage infraliasique. La puissance de cet étage varie de $8^{m},50$ à $10^{m},50$; par sa nature minéralogique, il présente deux assises bien distinctes : l'assise supérieure se compose de deux bancs minces de grès, de calcaire marneux (le même qu'on exploite à Pouilly pour la fabrication du ciment), et de petits lits de marnes noires ; l'assise inférieure présente des bancs de grès alternant avec des bancs de marne, et une couche puissante de marne (4 à 5 mètres) renfermant une grande quantité de dépôts de grès, en forme de lentilles, d'épaisseur et d'étendue variables, dont les grains varient depuis le sable le plus fin jusqu'au gros gravier. Ces dépôts de grès renferment des fossiles (vertèbres de sauriens, dents, etc.) ; ils renferment aussi des nodules ou plaquettes, des sulfures de zinc et de fer ; mais c'est surtout dans les bancs minces de marne et dans la grosse couche de

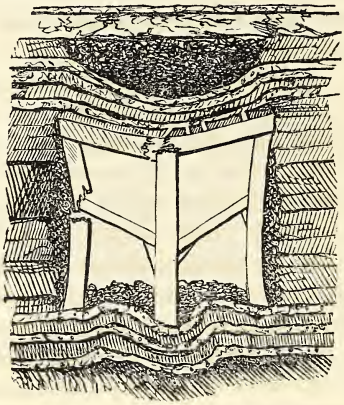
marne, que les plaquettes de sulfure de fer sont très abondantes. J'insiste sur cette circonstance, car la présence de ces sulfures a été la cause principale des difficultés et des accidents qui se sont produits pendant l'exécution des travaux dans cette partie du souterrain (pour la disposition des couches, voir la coupe géologique ci-dessous).



L'entrée en galerie n'a présenté aucune difficulté ; la nature du sol a été bonne, solide ; le rocher s'attaquait bien au burin et au pic on pouvait donner à la galerie toute la régularité désirée ; on aurait dit qu'elle eût été ouverte dans une couche de houille ; la marne avait du reste la résistance, la couleur et le clivage de la houille ; le boisage consistait en cadres solides, placés de 2 en 2 mètres, avec blindage du ciel en madriers.

A mesure que la galerie avançait, la température s'élevait, et l'air commençait à manquer, à tel point que le ventilateur, assez puissant, ne suffisait pas pour entretenir la combustion des lampes qui s'éteignaient à chaque instant. La chaleur est devenue si accablante, surtout dans la galerie du puits 16 vers 15, que les mineurs et les maçons ne pouvaient plus travailler, même en chemise. Mais le mal ne s'arrêtait pas là ; la galerie en gagnant longueur (je parle toujours de la galerie du puits 16 vers 15), à mesure que l'air et l'humidité y pénétraient, se déformait, le rocher se décomposait et se disloquait ; les bois de chêne et de sapin des cadres éprouvaient aussi une espèce de décomposition ; ils n'avaient aucune force, leurs fibres ne présentaient aucune adhérence, et ils s'écrasaient ou se rompaient ; les poteaux pénétraient quelquefois jusqu'à $1^{m},20$ dans le sol) ; le sol de la galerie se soulevait, le ciel s'abaissait, les parois verticales se rapprochaient, de manière que la galerie avait l'air d'être tordue ; ses parois étaient couvertes de petits cristaux de sulfate de chaux. On rencontrait fréquemment dans des encoignures des parois de

la galerie des tas de marne en poussière ou en minces éclats, maintenus ensemble comme s'ils étaient faufilés par des fils soyeux de sulfate de chaux.



La pression du terrain est devenue si forte, qu'il a fallu doubler et tripler les cadres intermédiaires de boisage, blinder les parois verticales, et mettre une telle quantité de poteaux de consolidation, que non-seulement la circulation, mais l'opération de nivellement et d'alignement était devenue difficile; cette difficulté s'aggravait encore par le peu de lumière que fournissaient les lampes.

Après la jonction des galeries, la circulation de l'air s'est faite librement et très activement, les soulèvements du sol de la galerie et les abaissements du ciel se sont développés sur une plus grande échelle, surtout quand on a élargi la galerie, en portant sa largeur de 4 à 9 mètres pour l'établissement des cintres et le revêtement en maçonnerie.

Cette opération d'élargissement de la galerie a consisté, non-seulement à enlever le rocher de chaque côté, en donnant aux parois à peu près la forme de la voûte, mais encore, comme le ciel de la galerie s'était abaissé et le sol élevé, à reprendre le haut et le bas, ce qui a augmenté les difficultés, et mettait la vie des ouvriers en danger. Une partie de la galerie étant élargie, son ciel bien examiné présentait un banc de grès solide de 0,30 d'épaisseur, les cintres posés sur une longueur de 12 mètres, le boisage étant fait avec soin et précaution, de petits étais portant sur les cintres bien consolidés et moisés ayant été placés pour plus de sûreté, l'éboulement extraordinaire a eu lieu, et il a été si soudain que deux ouvriers, en passant, ont été surpris. Ordinairement l'éboulement s'annonce par un cra-

quement du rocher et des bois; mais celui-ci a été subit, avec explosion et production d'une poussière épaisse qui a rempli la galerie et n'a pas permis, pendant quelque temps, de s'approcher pour examiner le lieu du sinistre.

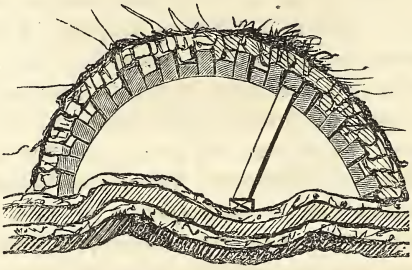
Dans ces travaux, je me suis assez familiarisé avec les éboulements, surtout dans les terrains détritiques du puits 19 *bis*. Les éboulements présentent, en général, une espèce de cloche, ou le détachement d'un rocher par une fissure ou crevasse, ou le délit d'un banc, glissement ou bascule d'un bloc mal étayé, etc.; ces sortes d'éboulements peuvent très souvent être prévus et évités avec des précautions et des boiseurs intelligents. Mais il n'y a rien eu de semblable dans l'éboulement dont je rends compte, et qui a eu lieu près du puits 16; il a présenté un spectacle affreux: les étais ont été tordus ou écrasés dans le sens vertical; les cintres bouleversés et déformés dans tous les sens par la pression des petits poteaux qui soutenaient le ciel; plusieurs de ces poteaux pénétraient profondément dans le bois des cintres; les bancs de grès qui formaient le ciel ont été fracturés, et les bancs de marne qui alternaient avec ceux de grès ont été réduits en minces éclats ou en poussière, et non pas en gros fragments, comme cela a lieu dans l'éboulement ordinaire; le vide laissé par l'éboulement présentait une voûte plate, et ses parois étaient tapissées de petits cristaux de sulfate de chaux.

Le profil des bancs dérangés, mais retenus par la voûte en maçonnerie aboutissant à l'éboulement, faisait voir que cet éboulement a été produit par le soulèvement de haut en bas (permettez-moi cette expression), agissant dans le sens de la plus faible résistance.

La présence des sulfures dans ce terrain contribuait si puissamment à sa décomposition et à son augmentation de volume, que très fréquemment la voûte en maçonnerie a éprouvé une pression telle que ses moellons de parement, quoique de grande dimension et d'un calcaire très résistant, se sont trouvés écrasés; que même les pierres de taille formant les angles des galeries de pénétration subissaient le même sort. Les cintres mis pour la construction de la voûte présentaient souvent tant de difficultés à être démontés, qu'on était forcé de les arracher par morceaux; on aurait dit qu'ils étaient pris dans un étau. Les cales en forme de coin, ayant 10 centimètres d'épaisseur au gros bout et que l'on emploie pour régulariser la pose des cintres, et faciliter leur démontage, se sont trouvées réduites à quelques centimètres d'épaisseur par la pression exercée sur la voûte, et par le soulèvement du sol d'en bas.

Dans le terrain infraliasique, le sol de la galerie voûtée a été soulevé de 1 mètre à $1^{m},20$, et dans un endroit on a établi sous cette voûte

une écurie provisoire en y mettant quelques poteaux entre le sol et la voûte ; le soulèvement a eu lieu, et les poteaux ont pénétré dans la maçonnerie en repoussant les moellons (voir le croquis ci-dessous).



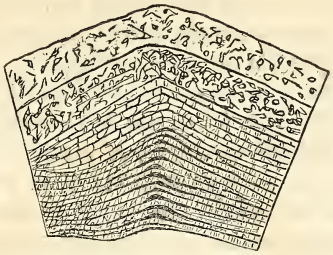
Voilà les faits tels qu'ils se sont produits très fréquemment, et tels que je les ai constatés pendant une année entière.

En examinant la forme que présentaient ces petits soulèvements, je suis porté à admettre que les dislocations, contournements en zigzags des couches houillères, sont dus à une cause semblable, et que certaines dislocations et petits soulèvements locaux sont aussi produits par la décomposition des sulfures : à l'appui de cette dernière supposition, je citerai un fait qui s'est produit sur une assez grande échelle, et qu'un accident m'a permis de constater.

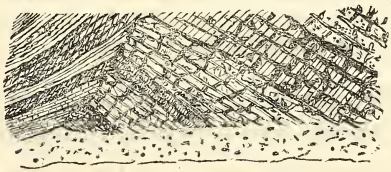
Pour l'exécution du canal de la Marne au Rhin, à Liverdun, près Nancy, on a été obligé d'ouvrir une tranchée (tranchée des Vaux), longue et profonde, dans une vallée très resserrée par deux côtes élevées et par des chemins aux pieds de ces côtes, de telle sorte qu'on n'a pas pu donner aux talus de cette tranchée l'inclinaison nécessaire pour les préserver des éboulements ; il a donc fallu conserver les parois presque verticales et les revêtir de forts perrés à pierre sèche.

Quelques mois après la construction de ces perrés, ils se sont écroulés sur une assez grande étendue. M. Collignon, alors ingénieur en chef de la deuxième section du canal, m'a chargé d'examiner cet éboulement et le terrain, et de rechercher la cause de l'écroulement des perrés.

En me rendant sur le lieu de l'accident, j'ai remarqué que les talus mis à découvert par les perrés écroulés présentaient absolument la forme d'un toit élevé recouvert de tuiles en écailles de poisson (voir le croquis).



Il m'a été facile de reconnaître que les bancs calcaires, fortement inclinés et très fracturés en se glissant, poussaient au mur et le renversaient. Mais, pour m'assurer qu'il ne se produisait pas intérieurement quelques fissures ou crevasses longitudinales qui pouvaient menacer l'avenir d'un éboulement considérable, j'ai fait ouvrir quelques petites tranchées transversales perpendiculairement aux talus. Ces tranchées m'ont présenté la disposition de terrain dont la coupe exacte est reproduite par le croquis ci-dessous.



Ceci a eu lieu dans les terrains faisant limites de l'étage supraliasique et de l'étage de l'oolithe ferrugineuse.

Actuellement, les couches soulevées n'ont ensemble que 8 à 10 mètres de hauteur, mais il est évident que les couches supérieures ont été enlevées par des érosions. Pendant l'excavation de cette tranchée, on a rencontré des bancs de marne et de grès calcaires renfermant des sulfures de fer et des fossiles à l'état de sulfure.

Voilà donc l'exemple d'un soulèvement local dans le grand soulèvement, et je ne doute pas que l'examen plus attentif des détails de la structure des terrains ne fasse connaître un grand nombre de faits semblables.

Chose étrange : dans ces soulèvements partiels, j'ai remarqué que les bancs calcaires ou grésiques privés de pyrite ne subissent presque aucune altération visible ; les bancs pyriteux, au contraire, changent complétement sous le rapport de leur densité, de leur structure, de leur couleur ; ils augmentent de volume, ce qui fait que les bancs soulevés ne laissent aucun vide en dessous.

Le changement de densité des terrains soulevés confirmera bien les résultats de l'observation du savant astronome de Toulouse, M. Petit, relativement à la densité des Pyrénées.

Un plan indiquant la constitution géologique des talus, de la tranchée de Vaux aux abords du souterrain de Liverdun, dressé par moi, doit se trouver au ministère des travaux publics avec les documents de la deuxième section du canal de la Marne au Rhin.

Le savant ingénieur, notre collègue, M. Levallois, qui a recueilli avec un zèle infatigable et une rare sagacité tous les matériaux nécessaires pour la statistique géologique du département de la Meurthe, a eu connaissance de ce fait et possède, je crois, la copie de cette coupe.

En le nommant ici, je saisis cette occasion de lui témoigner ma reconnaissance pour les bienveillants conseils qu'il m'a donnés, conseils qui m'ont si souvent guidé dans mes recherches.

Séance du 15 *juin* 1857.

PRÉSIDENCE DE M. DAMOUR.

M. P. Michelot, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Charles Léger, ingénieur civil, rue Pigalle, 48, à Paris; présenté par MM. Charles d'Orbigny et Albert Gaudry.

Gualberto Mendez, docteur en médecine, momentanément rue de Tournon, 21, à Paris; à Montevideo (république de l'Uraguay); présenté par MM. Hugard et Charles d'Orbigny.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de la justice, *Journal des savants*, mai 1857.

De la part de M. P.-J. Deshayes, *Description des animaux*

sans vertèbres, découverts dans le bassin de Paris, pour servir de supplément à la description des coquilles fossiles des environs de Paris, 5e et 6e livrais., in-8 ; chez J.-B. Baillière.

De la part de M. A. Leymerie :

1° *Cours de minéralogie* (*Histoire naturelle*), 1re partie, in-8, 347 p., 1857. Paris, chez Victor Masson ; Toulouse, chez Louis Gimet.

2° *Considérations géognostiques sur les échinodermes des Pyrénées et des contrées annexes de cette chaîne de montagnes* (extr. du *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XIII, p. 355), 12 p.

De la part de MM. Charles Lyell et Hugard, *Manuel de géologie élémentaire*, 5e édition ; traduit par M. Hugard ; 2e et dernier volume ; in-8, 520 p., 1857 ; chez Langlois et Leclercq.

De la part de MM. Charles d'Orbigny et Charles Léger, *Coupe figurative de la structure de l'écorce terrestre et classification des terrains, d'après la méthode de M. Cordier, avec indication et figures des principaux fossiles caractéristiques des divers étages*, 1 f. gr. aigle. Paris, 1857 ; chez Victor Masson et Longuet.

De la part de M. Cortambert, *Rapport sur le voyage dans la Turquie d'Europe par M. Viquesnel, et Notice statistique sur l'Empire ottoman d'après cet ouvrage* (extr. du *Bull. de la Soc. de géogr.*, avril et mai 1857), in-8, 39 p.

De la part de M. le docteur Albert Oppel, *Die Juraformation Englands, Frankreichs and des südwestlichen Deutschlands*, in-8, p. 439-586. Stuttgart, 1857 ; chez Ebner et Seubert.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1857, 1er sem., t. XLIV, nos 22 et 23.

Bulletin de la Société de géographie, 4e série, t. XIII, no 76 et 77, avril et mai 1857.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. IV, 2e partie ; *Bulletin des séances*, f. 3-8.

L'Institut, 1857, nos 1222 et 1223.

Mémoires de la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles lettres du département de l'Aube, t. VIII, 2e série, nos 41 et 42, 1er et 2e trimestres de 1857.

Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire, 1er volume, n° 1, 1857.

Bull. de la Société industrielle de Mulhouse, nos 138 et 139.

Transactions of the Cambridge philosophical Society, vol. IX, part. IV, 1856.

The Athenæum, 1857, nos 1545 et 1546.

Revista minera, t. VIII, n° 169.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, t. VII, n° 5.

M. le Président annonce à la Société la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. Graves, membre de son Conseil, élu deux fois son vice-président.

M. A. Passy sera prié de rédiger une notice sur la vie et les travaux de M. Graves.

M. Charles d'Orbigny, en offrant à la Société en son nom et en celui de M. Charles Léger, un tableau intitulé : *Coupe figurative de la structure de l'écorce terrestre et classification des terrains, d'après la méthode de M. Cordier, professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle de Paris, avec indication et figures des principaux fossiles caractéristiques des divers étages géologiques*, par MM. Charles d'Orbigny et Charles Léger, présente les observations suivantes :

Ce grand tableau colorié, qui a $1^{m},25$ de longueur, sur 75 centimètres de hauteur, se divise en trois parties distinctes.

La première partie comprend la *classification des terrains* qui constituent l'écorce terrestre, avec l'indication des 640 dépôts, couches ou amas qui composent les divers étages, le tout rangé suivant l'ordre des superpositions, et par conséquent suivant l'ordre chronologique des formations.

Cette classification est celle adoptée par M. Cordier, pour la magnifique collection des terrains exposés dans la galerie du Muséum d'histoire naturelle de Paris ; mais, à la suite de la dénomination de chaque terrain, étage ou sous-étage, on a eu le soin d'indiquer la synonymie des autres géologues, afin que le tableau puisse correspondre à toutes les classifications.

A la suite des différentes périodes géologiques, et dans une colonne distincte, on a indiqué, ce qui n'avait pas été fait jusqu'ici, les roches

pyrogènes, soit d'épanchement, soit volcaniques, qui se rapportent à chaque période.

La seconde partie du tableau représente la *coupe figurative de l'écorce terrestre.* Cette coupe, qui diffère notablement de toutes celles déjà publiées, a été dessinée en se conformant autant que possible aux idées théoriques de M. Cordier, particulièrement en ce qui concerne la structure des terrains pyrogènes et leur puissance relative, comparée à celle du sol neptunien.

Ainsi, selon M. Cordier, l'écorce terrestre consolidée n'a probablement pas plus de vingt lieues d'épaisseur (lieues de 5,000 mètres).

Les divers terrains qui la composent se divisent en trois classes, savoir :

1° Le sol primordial ;

2° Le sol secondaire ;

3° Le sol pyrogène d'épanchement et d'éruption.

Le sol primordial comprend les terrains thermogéniques stratifiés, formés *de haut en bas* par le refroidissement superficiel et originaire de la masse terrestre incandescente.

Ce sol, en y comprenant toutes les couches inférieures inaccessibles à nos investigations, est considéré comme formant les dix-neuf vingtièmes de l'écorce terrestre, c'est-à-dire, comme ayant environ 19 lieues d'épaisseur. Il n'est composé que de roches cristallines (gneiss, micacites, talcites, etc.), qui sont entièrement dépourvues de traces fossilifères.

Au-dessous du sol primordial se trouve d'abord la région souterraine des agents volcaniques actuels, puis la masse incandescente et fluide contenant le principe des phénomènes magnétiques.

Le *sol secondaire* comprend tous les terrains neptuniens ou sédimentaires, dont la puissance totale n'excède pas une lieue, ou environ 5,000 mètres. Ces terrains, contrairement au sol primordial, se sont formés successivement de *bas en haut.* Ils sont composés en général de matières de transport, telles que : galets, graviers, sables, grès, argiles, marnes et calcaires, formées par l'action érosive, aux dépens du sol primitif, par suite de la désagrégation et de la décomposition d'une partie des éléments constituants. Ces terrains neptuniens se divisent en un certain nombre d'étages ou grandes tranches chronologiques parfaitement caractérisées par les nombreux débris de corps organisés qu'ils renferment.

Le *sol pyrogène d'épanchement et d'éruption*, s'est formé à toutes les époques géologiques, soit par épanchement ou injection de bas en haut de la matière fluide sortie du foyer central, puis solidifiée par refroidissement dans les fissures de l'école terrestre (granite,

syénite, porphyre, etc.), soit par éruptions volcaniques (basalte, trachyte, etc.). Ces terrains constituent le plus souvent des enclaves transversaux au milieu des assises stratifiées des diverses périodes.

Enfin la troisième partie du tableau représente la figure des 192 *principaux fossiles caractéristiques des divers étages.*

M. Hugard présente à la Société le 2e volume qui vient de paraître de sa traduction française du *Manual of Elementary geology*, etc.: *Manuel de géologie élémentaire, ou changements anciens de la terre et de ses habitants, tels qu'ils sont démontrés par les monuments géologiques*, par sir Charles Lyell, membre de la Société royale de Londres, auteur des *Principes de géologie*, etc.; traduit par M. Hugard avec le consentement et le concours de l'auteur. — Paris, Langlois et Leclercq, 1857. — Cette nouvelle (1) traduction française a été faite sur la 5e édition anglaise considérablement augmentée; elle comprend 2 volumes in-8o de 500 pages environ chacun et illustrés de 750 gravures.

Le 2e et dernier volume de cet ouvrage, que M. Hugard a l'honneur d'offrir aujourd'hui à la Société, continue la description des terrains, laquelle avait été interrompue avec la fin du 1er volume; il traite d'abord du lias, et ensuite successivement des groupes de plus en plus inférieurs jusqu'au cambrien. Les chapitres suivants sont consacrés à l'étude des roches ignées : 1o *volcaniques*, 2o *plutoniques*. Après, vient l'examen des roches métamorphiques. Le volume se termine par l'histoire des veines minérales.

Dans la traduction du chapitre XXVIII qui commence la description des roches volcaniques, M. Delesse a bien voulu nous prêter ses lumières et nous indiquer quelques modifications ou corrections, surtout au tableau important page 245 (2e volume), intitulé : *Analyse des minéraux qui abondent le plus au sein des roches volcaniques et hypogènes.*

Nous avons aussi nous-même jugé utile, avec l'approbation

---

(1) La 1re édition de l'ouvrage anglais, sous un titre un peu différent, avait été déjà traduite, en 1839, par Mme Meulien, sous les auspices d'Arago; le volume français contient environ 600 pages in-12 et 300 figures.

de l'auteur, d'intercaler dans le cours de l'ouvrage diverses notes, principalement pour développer un peu plus le sens de certaines expressions anglaises ou explications, qui autrement auraient pu rester obscures dans le texte français, ou ne pas indiquer suffisamment par elles seules les rapports avec la nomenclature usitée sur cette partie du continent.

Enfin, ce dernier volume annonce la prochaine publication de la traduction d'un *Supplément* à la 5e édition, destiné principalement à faire connaître des découvertes récentes d'une importance capitale, celle en particulier de « nouveaux mammifères fossiles au sein du Purbeck, ou couches oolithiques supérieures du comté de Dorset en Angleterre. » Ce supplément, traduit en français, paraîtra dans le plus bref délai.

M. le marquis de Roys, trésorier, présente la situation de la caisse au 31 mai.

Il y avait en caisse au 31 décembre 1856. .	2,878 fr.	35 c.
La recette, depuis le 1er janvier 1857, a été de	7,730	50
Total. . .	10,608	85
La dépense, depuis le 1er janvier 1857, a été de	8,335	60
Il reste en caisse au 31 mai 1857.	2,273 fr.	25 c.

M. d'Archiac donne lecture de la note suivante :

Terrain houiller des Corbières, par M. A.-F. Nogués, professeur d'histoire naturelle à l'École de Sorèze.

Le terrain crétacé constitue avec le terrain de transition la plupart des hautes montagnes des Corbières ; on observe bien à la vérité çà et là quelques lambeaux du lias, affectant des formes singulières au milieu du terrain de craie qui les recouvre. Les affleurements liasiques occupent une étendue plus considérable que celle que leur ont accordée MM. Dufrénoy et Leymerie dans leurs cartes géologiques ; ils forment, à notre avis, un tout sans presque aucune solution de continuité. Des assises qui sont incontestablement liasiques ont été placées dans le groupe crétacé. On a donné dans l'Aude une trop

grande extension aux roches crétacées inférieures relativement aux roches jurassiques.

Si en certains points les géologues ont donné une trop grande extension à nos roches crétacées, en d'autres points leur nature a été méconnue. C'est ainsi que le Tauch (montagne de Tuchan) a été toujours considéré comme faisant partie du groupe de transition; pourtant c'est à peine si le tiers de sa partie nord, en partant de sa base, est formé par des roches de transition. Sa portion moyenne et supérieure, ainsi que toute celle du sud, sont formées par des roches incontestablement crétacées et liasiques.

La présence des Orbitolites (*Orbitolites concava*, Lam.), au sommet du Tauch, ne me laisse aucun doute quant à la nature crétacée des points les plus élevés de cette montagne. Nous rapportons les gypses et les dolomies de sa partie moyenne aux assises inférieures du lias, ainsi que les couches des mêmes roches qui se trouvent en si grande abondance à Donneuve, à Nouvelle, à Embres, à Saint-Jean-de-Barrou, etc.

Le groupe houiller des Corbières affleure à Durban et à Tuchan; il est superposé aux schistes de transition. Il est formé par des couches d'argile schisteuse, de houille et de grès diversement colorés. Des grès rouges en forment la partie supérieure; ces grès, que nous considérons comme des grès houillers, reposent en stratification concordante sur les grès houillers grisâtres.

M. Max Braun considère le grès rouge qui recouvre le terrain houiller de Ségure et de Durban comme du grès bigarré.

M. Paillette, dans un mémoire publié par les *Annales des mines*, rapporte ce grès au groupe crétacé.

Si les grès rouges de Durban et de Tuchan sont réellement les parties supérieures du terrain houiller, comme nous le démontrerons, il en résulte une conséquence pratique très importante : c'est que le bassin houiller de Ségure se prolongerait en passant sous les strates liasiques et crétacés du Tauch.

Le terrain houiller de Ségure est limité au nord et au nord-ouest par des schistes de transition ; au sud-ouest il est recouvert par les grès rouges, bien apparents à l'extrémité du ravin de la tuilerie Delbourg. A l'ouest, ce terrain est relevé par une zone de porphyre ou d'ophite, à base de feldspath, qui s'étend du ravin de la tuilerie jusqu'au delà du château de Ségure.

Le terrain houiller que l'on a circonscrit aux environs de Ségure forme dans cette localité un bassin à peu près elliptique, dont le grand axe, ayant environ 1500 à 2000 mètres de longueur, est dirigé N. 25 degrés E. magnétique, S. 25 degrés O. magnétique, dans la direc-

tion de Quintillan, et qui est sensiblement parallèle au système de redressement des ophites. Le petit axe n'a guère plus de 1000 mètres de longueur. Du côté de Quintillan, la limite des affleurements du bassin houiller se trouve à la métairie Gélard.

A une petite distance de ce point, dans le territoire de Cascastel, à l'ouest de ce village, tout près de la tuilerie Dupré, on trouve une petite plaque houillère avec grès et ophite, toute bouleversée, ayant environ 100 mètres dans sa plus grande longueur et 50 mètres dans sa plus grande largeur.

A l'est de Tuchan, près de la bergerie de Donneuve, au lieu appelé la Barrière (dans le pays), on observe aussi une très petite plaque de terrain houiller, borné d'un côté par les schistes de transition qui passent par-dessous, et de l'autre par une butte d'ophites dont le contact a altéré et modifié profondément les grès houillers. Toutes les roches en ce point sont complétement bouleversées; grès et ophites, tout est brouillé et confondu. A l'est s'appuient contre la plaque houillère les gypses liasiques des environs de Donneuve. Tous ces affleurements de grès houiller et de la variété d'ophite qui les traverse, situés en divers points, sont un sûr indice que le bassin houiller que nous étudions n'est pas circonscrit dans les bornes qu'on lui assigne ordinairement aux environs de Ségure. Toutes ces plaques isolées sont reliées entre elles.

On s'est, je crois, mépris sur l'étendue du bassin houiller, dont on n'a admis l'existence qu'aux points où les éruptions ophitiques ont amené au jour les grès houillers grisâtres, avec rognons de quartz, qui avoisinent les couches de houille; on n'a pas fait assez attention aux grès rouges qui sont la partie supérieure des grès houillers.

Les grès rouges s'aperçoivent au sommet du monticule, au pied duquel s'observe le lambeau de terrain houiller que nous venons de signaler à la Barrière, à l'est de Tuchan. Ces grès rouges forment, aux environs de ce village, une zone courbe, en forme de fer à cheval; ils franchissent le ruisseau de Palairac ou de Ségure, et vont se terminer sur la rive gauche aux environs de Donneuve. La courbure du fer à cheval se trouve au nord, aux environs de Ségure, et les deux branches, l'une le long du Tauch, en passant par Notre-Dame-de-Faste, l'autre le long du ravin qui vient de la direction de Ségure; des ramifications partent de ces divers points et vont s'étendre plus loin en passant sous des roches liasiques ou crétacées. A Durban, les grès rouges présentent les mêmes caractères stratigraphiques.

L'ensemble de tout ce terrain houiller a été disloqué et bouleversé par l'éruption d'une roche pyrogène qui se rattache minéralogiquement à une variété d'ophite. Cette roche d'éjection est différente du

porphyre qu'on observe aussi dans ce terrain, et qui est d'une époque antérieure de soulèvement.

M. Dufrénoy, dont la perte est si regrettable pour la science, a figuré et décrit la disposition qui affecte le terrain houiller au milieu des buttes porphyriques ; sa coupe du ravin de la tuilerie Viala, et sa coupe transversale prise à l'extrémité ouest du bassin de Ségure, donnent une idée bien nette des relations des ophites avec la houille et les schistes. Mais ce grand observateur n'a pas aperçu la véritable relation des grès rouges avec la houille, par conséquent il a circonscrit dans des limites trop étroites le bassin houiller des Corbières, dont les affleurements apparaissent aux environs de Tuchan et de Durban.

Les grès houillers des Corbières affectent des caractères physiques très variables : les assises voisines de la houille sont formées d'un grès grisâtre ou brunâtre ; au contraire, celles qui forment la limite supérieure du bassin houiller ont une couleur lie de vin bien tranchée.

Les grès grisâtres se rencontrent à divers états de compacité, de dureté et d'homogénéité. En certains points la roche est dure et très compacte, homogène dans toutes ses parties, à pâte quartzeuse, parfois même feldspathique. Quelquefois ce grès s'empâte de matières argileuses; alors il perd tout à la fois de son homogénéité, de sa compacité et de sa dureté. Il renferme de nombreuses empreintes végétales, principalement des fougères, des équisétacées et des sigillariées, etc.

En d'autres points, même très voisins, le grès est décomposé, délité; il s'offre sous l'apparence d'une masse désagrégée, presque friable; en d'autres points, ses grains quartzeux deviennent assez volumineux; alors il passe insensiblement à un poudingue légèrement micacé.

Le grès rouge lie de vin, qui forme la partie supérieure du grès houiller, est formé d'une pâte très homogène et très compacte; les éléments constituants de cette roche ne sont pas généralement bien apparents à l'œil nu. En certains endroits ce grès est micacé; les lames de mica sont très petites; alors il a quelque analogie physique avec les micaschistes.

Le poudingue qui recouvre la houille aux environs de Tuchan est constitué par des cailloux de quartz blancs et gris, de micaschiste et de porphyre. Parfois les galets ne sont reliés par aucun ciment et produisent des espèces d'alluvion de plusieurs mètres d'épaisseur.

Les grès rouges limitent supérieurement le bassin houiller des Corbières; ils sont superposés aux couches des schistes houillers et

des grès qui contiennent la houille ; ils sont en stratification concordante avec les grès houillers grisâtres, et les suivent toujours dans leur inclinaison et leur direction. Ce grès est fortement tourmenté et souvent traversé par des éruptions d'ophites. L'ingénieur des mines, M. Noblemaire, m'a écrit pour m'assurer qu'il a vu ce même grès rouge, à San-Juan de las Abadesas (Espagne), recouvrir directement les schistes houillers et la houille, et reposer à stratification concordante sur les argiles schisteuses qui avoisinent la houille, et puis s'enfoncer sous le terrain nummulitique des Pyrénées.

Le grès houiller, couleur rouge lie de vin, de San-Juan de las Abadesas, est en tout point analogue au grès rouge des Corbières ; c'est véritablement du grès houiller; ses caractères stratigraphiques ne peuvent laisser aucun doute sur son âge.

Le grès rouge lie de vin des Corbières présente les mêmes caractères physiques, minéralogiques et stratigraphiques que celui des Pyrénées; il est donc de la même formation. Voici ce que l'on observe et qui paraît concluant. A Durban, dans le ravin où se trouve l'ancienne recherche connue sous le nom de *Trou du Renard*, on voit bien la succession des couches depuis un affleurement de houille recouvert d'une petite couche d'argile remplie de plantes fossiles. Au-dessus est le grès grisâtre alternant avec des couches brunes et grises d'argiles schisteuses; enfin, au-dessus, et séparés par un lit de marne blanche, se trouvent les grès rouges dirigés comme les grès gris et les argiles schisteuses E. 30° N. et plongeant de 50° N.-O. sous les calcaires magnésiens et les gypses des environs de Durban ; en sorte que l'affleurement de houille du *Trou du Renard* laisse voir les couches suivantes en stratification très concordante :

1° Grès rouge lie de vin ;

2° Couche calcaréo-argileuse ;

3° Argiles schisteuses et grès grisâtres alternants, plantes fossiles ;

4° Couche argileuse avec de nombreuses empreintes de végétations fossiles ;

5° Affleurement de houille.

A Ségure, Notre-Dame-de-Faste, Tuchan, etc., les grès rouges affectent les mêmes caractères minéralogiques et stratigraphiques que ceux de Durban et des Pyrénées; sur eux reposent des calcaires magnésiens et des gypses analogues à ceux de Durban, Donneuve, que nous rapportons au lias.

Tous ces caractères nous paraissent suffisants pour ranger dans les parties supérieures du groupe houiller les grès rouges des Corbières.

Les grès et les argiles schisteuses de Ségure et de Durban ren-

ferment des plantes fossiles que nous avons comparées à des espèces de Cormeau déterminées par M. Brongniart. Nous y avons reconnu plusieurs espèces de fougères, de Sigillariées, de Calamites, etc., principalement des *Sigillaria pachyderma*, *S. Brardii*, *Pecopteris polymorpha*, *Calamites cannæformis*, des *Stigmaria*, des feuilles de monocotylédones, etc.

Au contact des ophites, les grès houillers ont été profondément altérés ; la roche pyroxène elle-même, au voisinage des grès, a pris des modifications toutes particulières. Ces deux roches en présence se sont cédé mutuellement quelques-uns de leurs éléments constitutifs.

Les roches d'éjection du terrain houiller des Corbières présentent de nombreuses variétés de structure et de composition ; on en trouve d'amygdaloïdes à noyau de calcaire cristallin, opaque ou transparent, ou bien à noyau de quartz calcédoine ou agatoïde. Ces opales sont vertes ou rosées, opaques ou symétriquement arrondies en forme d'amande ; elles sont enchâssées dans une pâte siliceuse, dont les couleurs et la compacité sont très variables.

Les géologues qui ont étudié le bassin houiller de Tuchan et de Durban ont admis que les roches d'épanchement de ces localités se sont soulevées après le dépôt de la houille. Le pendage rapide des couches du terrain en certains points et la rencontre de la roche d'éjection à travers le grès houiller ont pu motiver cette manière de voir ; mais un examen attentif fait bientôt apercevoir qu'il y a eu des soulèvements successifs. Les galets de porphyre que l'on trouve dans le poudingue qui recouvre la houille le démontrent suffisamment, ce poudingue ayant été formé aux dépens de la roche qui sert de base au terrain houiller. Les galets de porphyre sont à base d'amphibole, et différents minéralogiquement des ophites qui traversent le terrain houiller.

Il résulte de ces faits que l'une des époques de soulèvement du porphyre a été antérieure au dépôt du terrain houiller ou contemporain de ce dépôt, et a fourni les galets de porphyre que l'on trouve dans le poudingue; l'autre époque de soulèvement a été postérieure au dépôt du terrain houiller, et a produit dans celui-ci les dérangements que l'on y observe et les filons d'ophite qui traversent ses couches.

Ainsi, le terrain houiller des Corbières renferme deux roches pyrogènes, un porphyre, et une variété de l'ophite de Palassou plus récente que le porphyre.

Il résulte de mes recherches, dont je viens d'exposer le résumé :

1° Que les grès rouges des environs de Tuchan, de Durban, et

qui occupent une étendue assez considérable dans les hautes Corbières, sont des grès houillers ;

2° Que le bassin houiller de Tuchan et de Durban a été disloqué par deux roches d'épanchement à deux époques différentes.

Le Secrétaire donne lecture de la notice suivante de M. Philippe Lambotte :

Recherches sur l'origine des dépôts récents de manganèse hydraté de la province de Namur; par M. Philippe Lambotte, horticulteur.

Dans le courant de 1845, j'avais eu l'occasion d'observer une remarquable production contemporaine d'hydrate de manganèse; ce dépôt s'était opéré en un petit nombre d'années dans un réservoir et dans des tuyaux en plomb, où l'on élève les eaux dans l'exploitation agricole de M. Brabant, à Jambes, près de Namur. L'hydrate de manganèse, sous la forme d'une poudre brune impalpable, d'une grande pureté, s'était accumulé en telle quantité que des tuyaux d'environ 0^{m},040 étaient entièrement obstrués sur une grande longueur. Les eaux qui déposent cette matière sont prises dans un dépôt caillouteux, qui forme la base de l'alluvion de la Meuse en cet endroit. A la suite de cette observation, des recherches sur le sol détritique et agricole des environs de Namur me permirent d'étudier tout particulièrement les dépôts de manganèse hydraté qui s'y rencontrent à chaque pas. Les phénomènes qui président à leur formation me paraissent offrir un si grand intérêt pour la géologie, que je n'hésite pas à vous exposer les observations suivantes, extraites d'un travail plus étendu, sur l'influence du manganèse dans la végétation, travail que des circonstance particulières m'empêchent de publier en ce moment.

Tous les végétaux, ou du moins la plus grande partie, contiennent du manganèse dans leur composition et parfois en assez grande quantité ; ils trouvent facilement ce corps, puisque toutes les roches meubles où ils croissent en renferment, et que toutes les eaux répandues dans le sol en tiennent en dissolution.

Nous allons rechercher comment le manganèse abandonne les végétaux soit pendant leur vie, soit après leur mort, c'est-à-dire à quel état et sous quelles formes il rentre dans le règne minéral, après l'avoir quitté momentanément pour remplir le rôle que la nature lui a donné dans l'organisation des plantes.

Les arbres sont sujets à laisser échapper au dehors, par des fissures

de leur écorce, des liquides ou des matières gommeuses qui, souvent incolores à leur sortie, prennent bientôt, au contact de l'air, des couleurs parfois très intenses et parmi lesquelles dominent le brun, le jaune et le rouge. Nous allons donner quelques observations sur ces excrétions et sur quelques phénomènes qui les accompagnent.

On voit dans les forêts des chênes dont l'écorce présente des fissures d'où s'écoule un liquide brun très abondant; ce liquide s'épaissit en partie sur le tronc, et y laisse des taches brunies au point de paraître noires. Le plus souvent ces fissures sont entourées d'un enduit d'un beau noir bleuâtre, étendu dans tous les sens, mais surtout dans celui où a coulé le liquide brun; cet enduit recouvre souvent les petites mousses qui croissent sur le tronc des arbres; ces mousses ont alors la même apparence que les dendrites d'un oxyde métallique. Cet enduit a une poussière brune.

Une grande portion du tronc de ces chênes est colorée en brun à l'intérieur, mais toute la portion du ligneux qui se trouve brunie est en rapport avec la fissure corticale.

Voici le résultat des essais au chalumeau sur les excrétions d'un grand nombre de chênes.

1° Le liquide brun donne une cendre rougeâtre;

2° Cette cendre, chauffée avec du carbonate sodique donne une masse d'un vert-émeraude très intense;

3° Chauffée avec du borax, elle donne un globule violet au feu d'oxydation;

4° L'enduit noir bleuâtre chauffé au rouge sur la feuille de platine ne brûle pas, mais devient rougeâtre;

5° Il donne un globule violet améthiste avec le verre de phosphore ainsi qu'avec le borax au feu d'oxydation;

6° Une portion de cet enduit, si petite qu'elle échappe pour ainsi dire à la vue, suffit pour colorer une grande masse de soude ou de potasse en vert-émeraude.

Cet enduit est donc un oxyde de manganèse; son analogie avec celui qui couvre les roches me fait croire qu'il a la même composition; vu au microscope, il offre aussi tous les caractères de l'acerdèse.

Les écoulements par les fissures ne sont pas indispensables pour la production de l'acerdèse, car j'ai très fréquemment rencontré dans les forêts des troncs noircis par ces enduits sur une grande portion de leur surface, sans qu'ils offrissent la moindre trace de maladie.

Les ormes, les trembles, les charmilles, les hêtres, etc., présentent très souvent les mêmes enduits de manganèse hydraté produits naturellement, et les incisions faites dans leur tronc déterminent aussi ce phénomène, comme on peut le constater dans les forêts de nos en-

virons, où les chasseurs font chaque année un grand nombre d'entailles aux arbres, afin d'y attacher leurs piéges. Ces entailles dans lesquelles ils font pénétrer de petites branches, occasionnent fréquemment une altération profonde dans le tronc ; cette altération est analogue à celle qui alimente l'écoulement du chêne, de l'orme, etc., et, comme dans ce cas, les liquides qui découlent de ces incisions déposent du manganèse hydraté.

Les arbres cités plus haut, ainsi que les bouleaux, les sorbiers, les genêts, les bourdaines, etc., etc., présentent à chaque pas, autour des fissures artificielles, ces phénomènes qui apparaissent aussi fréquemment à l'endroit où une branche a été coupée ; dans ce dernier cas, l'écorce qui est venue couvrir la plaie est souvent chargée de l'enduit.

Les matières gommeuses exsudées par les arbres sont quelquefois aussi riches en manganèse ; elles sont en général peu colorées et même incolores à leur sortie, mais l'action de l'air, dont elles absorbent l'oxygène, les fait bientôt brunir, surtout dans les temps humides ; les enduits d'acerdèse sont plus rares aux environs de ces sécrétions, mais ils y existent cependant quelquefois, comme j'ai eu l'occasion de m'en assurer sur des cerisiers, des abricotiers et des pêchers. L'absence de ces enduits ne doit pas étonner, lors même que les gommes sont très riches en manganèse, si l'on fait attention que la consistance de ces matières doit retenir en suspension les molécules précipitées de manganèse hydraté et les empêcher de se déposer.

En faisant de nombreux essais sur les gommes, j'ai toujours cru remarquer qu'il existe des rapports entre les quantités de manganèse qu'elles contiennent et le degré de coloration brune qu'elles sont susceptibles d'acquérir.

La gomme la plus colorée que j'aie essayée au chalumeau est celle que j'avais recueillie sur le tronc d'un bouleau ; elle était noire et cassante comme de la poix et très soluble dans l'eau, qu'elle colorait en brun superbe ; après en avoir filtré la dissolution et l'avoir recueillie par évaporation, la moindre poussière de cette gomme suffit pour colorer un globule de borax en violet et une grande masse de soude en vert ; on croirait vraiment faire l'essai d'oxyde de manganèse. Cette gomme laisse un tiers de son poids de cendre.

La gomme très brune, qui se rencontre dans le creux des vieux tilleuls est moins riche en manganèse, mais plus riche en fer ; sa teinte diffère complétement de celle de la gomme de bouleau.

Les gommes de cerisier, de prunier, d'abricotier, de pêcher, etc., donnent des cendres où l'on peut facilement constater la présence du manganèse.

La gomme arabique n'en donne que de faibles traces, à l'analyse, et l'on sait qu'une longue exposition à l'air est loin de lui faire acquérir une coloration aussi intense que celle de la gomme de bouleau et des arbres fruitiers de notre pays.

Chaque année la plupart des végétaux se dépouillent de leurs feuilles aux approches de l'hiver; beaucoup perdent une partie de leurs branches ou périssent complétement; leurs débris jonchent le sol, et s'y altèrent au contact de l'air et de l'humidité; la couleur brune remplace presque toutes les autres à cette époque.

Les eaux pluviales lavent continuellement ces restes de la végétation et entraînent les matières solubles qu'ils contiennent; elles les déposent ensuite peu à peu, à mesure que des circonstances favorables se présentent: on conçoit dès lors que le manganèse doit toujours se trouver en dissolution dans ces eaux. En effet, si on laisse, pendant un jour seulement, des feuilles de chêne, de hêtre, de bouleau, etc., etc., dans de l'eau pure, on voit celle-ci se colorer en brun pâle; si on filtre alors cette eau, on peut aisément reconnaître, au moyen d'une goutte évaporée sur la feuille de platine et chauffée avec du carbonate de soude, qu'elle contient du manganèse en dissolution et parfois en assez grande quantité. Ces infusions deviennent beaucoup plus foncées à l'air, et elles brunissent d'autant plus qu'on les a laissées plus longtemps sur les feuilles et que l'accès de l'oxygène a été plus facile.

La plupart des plantes aquatiques donnent des infusions très manganésifères, et ont, après leur mort, des couleurs tellement foncées qu'elles semblent noires; les renoncules d'eau, par exemple, et les autres plantes rejetées sur les rives de nos cours d'eau, sont toujours noirâtres en mourant.

Les bois et les écorces donnent également des infusions brunes ou susceptibles de brunir; elles sont aussi manganésifères.

Par les altérations incessantes que subissent ces infusions, elles laissent déposer du manganèse hydraté; pour démontrer ce fait, il suffit de laisser altérer des conferves dans un vase rempli d'eau; on peut s'assurer, lorsque la masse est devenue très brune, qu'il se dépose du manganèse hydraté, en assez grande quantité pour recouvrir d'un enduit noir très apparent des morceaux de grès blanc placés au fond du vase.

Nous avons observé, dans notre pays, un grand nombre de dépôts de manganèse hydraté, dus à ces causes; ils sont très abondants sur toutes les roches de la contrée, mais principalement sur les roches schisteuses, sur celles de psammite ou de grès du terrain houiller, du système des poudingues de Burnot et du terrain ardoisier; ils

paraissent moins abondants sur les calcaires, quoiqu'ils y soient encore très répandus. Enfin, on les rencontre en très grande quantité dans tous les endroits couverts par des dépôts limoneux.

Presque tous les ruisseaux du pays, mais principalement ceux qui parcourent les forêts, ont leur lit tout à fait noirci par le manganèse hydraté qui se dépose dans leurs eaux ; cette précipitation est surtout apparente quand les surfaces des cailloux et des pierres sur lesquels ils coulent ne sont pas polies. Cet enduit noir s'attache également sur les végétaux et les animaux : c'est ainsi que les écrevisses et les coquilles en sont fréquemment noircies ; les plantes le sont dans leurs parties submergées, et l'enduit qui les couvre peut se détacher en paillettes d'un noir très brillant du côté de leur adhérence.

La déposition de l'acerdèse ne se fait pas d'une manière uniforme sur tout le trajet des ruisseaux ; elle est plus abondante à mesure qu'on s'éloigne des sources qui les alimentent. J'ai reconnu, en effet, dans plusieurs ruisseaux des environs de Namur, l'enduit noir sur les plantes qui croissent dans leur lit, tandis que les plantes de même espèce, prises aux sources ou à peu de distance de celles-ci, en étaient entièrement dépourvues.

On peut observer la même déposition d'acerdèse dans la Meuse et dans la Sambre.

Le manganèse hydraté des fleurs des rivières et des ruisseaux a la même origine ; il provient de la décomposition des végétaux qui vivent dans leurs eaux ou dans les lieux que les eaux pluviales ont traversés avant de s'y déverser. J'ai reconnu pourtant la présence du manganèse dans l'eau de plusieurs sources ; mais, comme la plupart de celles-ci sont elles-mêmes entretenues par les eaux pluviales qui ont traversé le sol, il est rationnel de supposer que ce manganèse a été enlevé aux matières végétales que ces eaux ont rencontrées sur leur passage.

Il existe, dans nos forêts, des localités couvertes d'eaux stagnantes qui ne disparaissent jamais complétement, même pendant les plus grandes sécheresses. Ces lieux humides (connus sous le nom de *fraischeaux* dans la province de Namur) sont ordinairement peuplés de saules, de trembles, de charmilles, d'aunes, de ronces, etc. Les végétaux herbacés, et entre autres les fougères, y prennent parfois un développement extraordinaire. Le sol y est tourbeux, et l'eau qui l'imprègne est presque toujours colorée en brun ; les pluies alimentent ces marécages où l'eau, ne trouvant pas à la surface d'issue pour s'écouler, s'infiltre lentement dans le sol, et est toujours soumise à une évaporation lente

Nous citerons, comme exemple de ces marécages, le grand plateau

situé entre le village de Fooz et celui de Bois-de-Villers (entre Sambre-et-Meuse), et connu dans la contrée sous le nom de Taille-aux-Joncs. Le sol de ce plateau est argileux et contient une grande quantité de fragments de diverses roches appartenant au système des poudingues de Burnot, et consistant principalement en psammites, en grès et en poudingues; ces fragments sont, pour la plupart, anguleux, et n'ont pas été roulés. D'autres points du sol contiennent un grand nombre de petits cailloux de quartz blanc; tous ces dépôts meubles recouvrent les grès rouges, et ont quelquefois une puissance considérable. Une grande partie de ce plateau était chargée d'une belle forêt, qui fut défrichée il y a quelques années, et nous avons pu observer, pendant ce travail, la voie suivie par la nature dans la formation de diverses productions de manganèse hydraté, que nous réduirons aux suivantes :

1° On trouvait, dans les eaux stagnantes de cette localité, les mêmes enduits que dans les ruisseaux; ils étaient appliqués sur les fragments de roche et sur les végétaux.

2° Les fragments de poudingues ou de grès, disséminés dans le sol, présentent des taches bleuâtres et d'un aspect métallique, ressemblant à celles que laisse sur une roche dure le choc d'un marteau non trempé. Sur d'autres fragments, ces taches ont pris plus d'épaisseur et forment des mamelons irréguliers, mélangés d'argiles et de sable; ces espèces de croûtes deviennent parfois très volumineuses, et ont souvent soudé des cailloux aux fragments qu'elles recouvrent; elles sont généralement terreuses et brunâtres, lorsqu'elles ont acquis un grand accroissement; mais lorsqu'elles se sont formées dans une argile fine, elles ont plus de compacité, et leur surface est même luisante.

Les mamelons dont il s'agit ne recouvrent pas entièrement les pierres, et l'on croirait, en les examinant, que c'est le bloc qu'ils recouvrent qui leur a donné naissance par une sorte d'exsudation de quelques points de sa surface. Le manganèse hydraté de ces productions contient de la limonite, surtout quand elles ont pris un grand volume.

On voit facilement que les taches, à l'aspect métallique dont j'ai parlé plus haut, ont servi de centres d'attraction aux parties qui sont venues s'y accumuler par la suite, puisqu'on trouve tous les intermédiaires, depuis les plus petites jusqu'aux mamelons les plus volumineux.

3° Le manganèse hydraté ne s'est pas toujours rassemblé sur les fragments de roches; il forme aussi de petits noyaux irréguliers et impurs, d'une consistance très variable et que l'on trouve disséminés

dans le sol, dont toute la masse terreuse a été quelquefois solidifiée par le grand développement qu'ont pris ces noyaux.

4° Nous avons déjà dit que le plateau de la Taille-aux-Joncs renferme dans beaucoup d'endroits une très grande quantité de cailloux quartzeux blancs, disséminés dans des sables ou dans des argiles sablonneuses. L'acerdèse a formé sur ces cailloux une multitude de taches semblables à celles que l'on voit sur les grès, ces premiers centres d'attraction s'étant accrus, en agrégeant peu à peu l'argile et le sable, ont transformé toute la masse en véritable poudingue. Ce mode de formation par l'accroissement des taches est évident, car, lorsqu'on examine un fragment de ce poudingue, on voit que la plupart des cailloux sont encore enveloppés d'argile sablonneuse parfaitement blanche, et qu'ils ne sont liés les uns aux autres que dans quelques points ; on peut même retirer du milieu de ces poudingues des cailloux sur lesquels l'acerdèse n'a laissé aucun dépôt, et dont la surface a conservé toute sa blancheur. On remarque quelquefois dans le ciment de petits points brillants qui sont des cristaux d'acerdèse tapissant quelques lacunes.

Les poudingues de la Taille-aux Joncs contiennent du fer hydraté et sont disposés en grands amas dans le fond des *fraischeaux* et à une grande profondeur variable ; ils atteignent souvent plus de deux à trois mètres d'épaisseur, et se terminent insensiblement à la limite des terrains humides.

Ce n'est pas seulement dans la Taille-aux-Joncs que j'ai observé ces dépôts; ils se sont produits partout où les circonstances étaient les mêmes que dans cette localité; et en suivant le travail du défrichement de nos forêts on en voit à chaque pas, qui, s'ils ne sont pas tout à fait identiques, en diffèrent très peu. Ils étaient si répandus dans plusieurs bois de l'entre Sambre-et-Meuse, que les propriétaires faisaient des recherches pour trouver le minerai de fer dont ces dépôts semblaient annoncer le voisinage.

Maintenant, on ne peut guère observer en place les poudingues récents de la Taille-aux-Joncs, qui est mise en culture ; mais les nombreux débris de ces roches, extraites des marais, jonchent le sol en bien des endroits, où l'on n'a pu les employer, soit à empierrer les chemins, soit à construire des canaux d'écoulement.

Il n'y a rien qui puisse étonner dans le développement si considérable des formations de la Taille-aux-Joncs ; ce plateau, comme nous l'avons dit, était couvert d'une très belle forêt et les eaux pluviales étaient retenues à la surface du sol par l'argile dont celui-ci est composé en grande partie ; elles n'arrivaient dans les lieux les plus bas qu'après avoir filtré à travers les parties superficielles et tourbeuses

presque toutes formées de débris organiques ; là, elles rencontraient encore une plus grande quantité de ces débris, et le long séjour qu'elles faisaient parmi eux, joint à l'évaporation lente qu'elles y subissaient, devait nécessairement amener la concentration des dissolutions opérées pendant le trajet, et c'est à leur décomposition incessante qu'on doit attribuer les dépôts dont il s'agit.

Les marais des forêts ne sont pas les seuls lieux où l'on puisse observer la formation de l'acerdèse ; il se dépose également dans tous les étangs où la végétation est très développée. Dans ceux de Golzinne (route de Namur à Gembloux), situés à peu de distance du château de ce nom, les végétaux sont noircis par les enduits de ce corps qui s'attachent aux feuilles et aux tiges, en leur communiquant une teinte bistrée qui noircit ensuite. Ayant visité l'un de ces étangs, mis à sec depuis peu, nous avons vu tous les végétaux morts par suite de ce desséchement complétement noircis dans les parties qui avaient vécu dans l'eau. Les bancs de roche et les digues sur lesquels les eaux coulent depuis longtemps ont des enduits qui n'ont pas une grande épaisseur, si on les compare à ceux qui adhèrent aux plantes annuelles. Les eaux déposent encore de l'acerdèse à de grandes distances des étangs d'où elles sont sorties.

Les étangs de Golzinne sont situés en partie sur les calcaires de transition, si bien connus en cet endroit, et en partie sur des schistes très calcareux qui les accompagnent ; le sol des plaines environnantes est formé par de grands dépôts argileux et arénacés appartenant au terrain tertiaire. Les sources qui alimentent les étangs se montrent au milieu des calcaires et des schistes, et à une très petite distance des étangs ; elles sont entourées comme ceux-ci par de grands bois.

Les phénomènes qui se passent à Golzinne se reproduisent également dans d'autres localités ; nous les avons observés dans les étangs situés à Franc-Waret (route de Namur à Hannut), dans d'autres qui avoisinent les établissements métallurgiques de Gougnies, dans divers réservoirs des environs de Presles, Biesmes, Biesmerée, Manzinelle, etc. (entre Sambre-et-Meuse) ; dans les étangs qui baignent les murs de Namur, dans les fossés marécageux de la plaine de Jambes, près de Namur. Des puits creusés dans cette plaine donnent une eau assez chargée de manganèse pour colorer le linge que l'on veut laver avec elle.

En parcourant la vallée de la Sambre, on trouve à chaque pas, soit des eaux stagnantes formant de petits marais, soit des eaux s'écoulant avec peine dans les fossés creusés par les cultivateurs ; partout, on voit dans ces eaux une riche végétation et en même temps une déposition considérable d'acerdèse ; les marais de Salzinnes, de Florif-

fout, de Bausse, de Moustier, de Chatelineau, de Charleroi sont dans ce cas.

J'ai observé aussi dans la vallée de la Sambre la même formation de poudingues récents que ceux dont j'ai parlé plus haut, et notamment dans les prairies humides des environs de Soye: le sol y est composé d'un dépôt considérable de gravier charrié par la Sambre, et recouvert d'une faible couche de terre végétale. Ce dépôt de gravier est complétement transformé en poudingues, du moins à une profondeur d'un à deux mètres, comme j'ai pu le constatèr dans des fossés creusés sur une très grande longueur. Ces poudingues ne diffèrent de ceux de la Taille-aux-Joncs que par la nature des cailloux, parmi lesquels on distingue beaucoup de silex pyromaque. Le sol de ces localités, constamment marécageux, a dû être anciennement recouvert de forêts.

Jusqu'à présent nous ne nous sommes occupé que des phénomènes qui se passent dans les eaux répandues à la surface du sol ; il en est d'autres aussi que l'on peut observer dans les lieux les plus secs, sur les versants les plus rapides de nos montagnes et les plateaux élevés où l'eau ne séjourne jamais, pour peu que la végétation y ait pris quelque développement. Si l'on y observe, soit les portions de roches qui s'élèvent au-dessus du sol, soit les fragments disséminés à sa surface, on reconnaît qu'ils sont chargés des mêmes enduits, noir bleuâtre, déjà mentionnés. On pourrait croire que l'eau contenue dans le sol, et chargée d'un composé de manganèse en dissolution, laisse déposer ce corps à l'état d'oxyde hydraté, en venant s'évaporer à la surface du terrain ; mais l'examen des enduits eux-mêmes fait rejeter cette hypothèse. En effet, si on soulève une pierre recouverte d'acerdèse, on voit que cet enduit, très abondant sur la surface supérieure, diminue en se rapprochant de celle qui touchait le sol, sur laquelle il n'existe presque jamais. On pourrait croire, il est vrai, que l'eau du sol, s'élevant par l'effet de la capillarité, ne vient s'évaporer que dans les points les plus élevés, et que l'oxyde tenu en dissolution est également attiré vers ces points, où il se fixe quand l'eau l'abandonne en s'évaporant; mais il n'en est pas ainsi, car c'est toujours dans les creux que présentent les pierres à leur surface supérieure, que le dépôt est le plus abondant, tandis qu'il est nul ou presque nul dans les parties en relief, où cependant les effets de la capillarité devraient le former en plus grande abondance.

Cet enduit apparaît à peine sur les petits cailloux de quartz, bien polis, et si, par extraordinaire, il s'y montre en plus grande quantité, il affecte un aspect cristallin et dendritique, qu'il n'a pas sur les autres corps ; mais, quand ces cailloux ne sont pas bien polis, on

remarque l'enduit dans tous les petits creux dont ils sont parsemés.

Ces dépôts des lieux secs se font plus lentement que les autres. Néanmoins on peut s'assurer, en visitant les carrières des bords de la Meuse, que les fragments de roche laissés dans les bois, aux environs de ces exploitations, sont couverts de ces enduits, même dans les cassures faites lors de leur extraction, qui ne remonte pas à une époque reculée. Enfin j'ai observé que des bornes placées depuis dix à douze ans dans les bois des environs de Namur portent presque toutes ces enduits, et que plusieurs en sont complétement noircies.

Rien de plus facile à expliquer que ces phénomènes : en effet, les plantes rejettent par la surface de leurs feuilles des sucs contenant du manganèse ; lorsque la pluie ou la rosée vient dissoudre ces substances, elle tombe en gouttelettes sur le sol ; à l'arrière-saison aussi, lorsque les feuilles se préparent à tomber, si l'on recueille les gouttelettes de rosée suspendues à ces feuilles mourantes, on peut reconnaître au chalumeau qu'elles sont chargées de manganèse, et quelquefois en assez forte proportion. Ajoutez à cela les feuilles elles-mêmes qui tombent et qui pourrissent sur le sol, et vous aurez la véritable cause de ces enduits, qui seraient bien plus considérables, si les eaux pluviales n'entraînaient la plus grande partie des matières qui les produisent à de grandes profondeurs dans le sol. Or, ces eaux pénètrent dans les roches, et laissent en tous lieux sur leur passage l'oxyde de manganèse qu'elles ont enlevé au moment de leur chute sur les végétaux. Aussi, tous les géologues savent combien il est rare de rencontrer dans les roches une fissure qui ne soit enduite de manganèse hydraté ; presque tous les feuillets des roches schisteuses sont séparés par les enduits de ce corps, et ces enduits présentent parfois des couleurs irisées et des formes dendritiques de la plus grande beauté, surtout dans les roches à texture fine, comme les pierres lithographiques, les silex, etc.

Il arrive souvent que les eaux, en s'infiltrant, rencontrent des obstacles qui les obligent à séjourner, ou au moins à s'écouler plus lentement, et alors l'hydrate de manganèse s'accumule dans ces points, comme je l'ai observé dans un plateau situé à peu de distance de la Taille-aux-Joncs, mais à un niveau moins élevé et dans un point plus rapproché de la Meuse et du village de Fooz. Là, il n'existe pas de marais, et les eaux peuvent traverser immédiatement le gravier qui recouvre les grès rouges : arrivées à différentes profondeurs, elles rencontrent des couches plus argileuses, qui, en ralentissant leur cours, permettent à l'acerdèse de se déposer en quantité plus grande sur les cailloux, où elles séjournent plus longtemps ; ces graviers deviennent

alors très noirs et se transforment peu à peu en poudingues, qui diffèrent notablement des autres, le ciment qui les unit n'offrant presque pas de fer hydraté dans sa composition.

On peut voir ces roches, soit dans les carrières à pavés creusées dans les grès de Fooz, près de la route de Namur à Dinant, soit dans les tranchées ouvertes pour les chemins des environs; elles forment des couches d'une petite épaisseur, et se dessinent en lignes noires et ondulées dans les escarpements.

Pour se rendre compte d'une manière précise des réactions qui amènent la précipitation de l'oxyde de manganèse dans les infusions végétales, il faudrait connaître les diverses combinaisons où ce corps s'y trouve; mais, comme elles doivent varier à l'infini dans ces liquides, on ne peut faire que des conjectures à cet égard. Il est probable aussi que les phénomènes électriques jouent un rôle dans ces décompositions; mais les observations que nous aurions pu faire nous auraient trop écarté de notre sujet; nous avons voulu seulement indiquer l'origine de ces dépôts, que nous croyons n'avoir pas été constatée d'une manière précise.

Des phénomènes analogues à ceux que nous avons fait connaître, et qui se produisent partout sous nos yeux, ont dû se passer aussi à des époques plus reculées, et du moment même où la végétation a paru sur la terre; il est probable qu'une partie des dépôts d'acerdèse des roches anciennes doit son origine aux mêmes causes. Quoique nous n'ayons pas fait jusqu'à présent beaucoup d'observations relativement aux dépôts anciens, nous avons cependant constaté dans le cours de nos recherches quelques faits intéressants. C'est ainsi que nous avons reconnu que les empreintes végétales dessinées en noir dans les schistes et les psammites qui accompagnent les poudingues de Burnot ne doivent leur couleur qu'à un léger enduit de manganèse hydraté. Celles que l'on rencontre dans les schistes et les psammites du terrain houiller sont également dessinées en acerdèse dans un grand nombre de cas, et nous ne doutons pas que ces enduits ne soient formés par le manganèse que contenait, pendant sa vie, le végétal qu'il nous rappelle et dont il est le dernier vestige.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray :

Coupe géologique du mont Apin, près Nevers; par M. Ébray.

Les terrains des environs de Nevers ont été souvent l'objet d'appréciations fort différentes; les ressemblances minéralogiques du lias, de l'oolithe inférieure, de la terre à foulon, des parties supé-

rieures de la grande oolithe et du Kelloway-rock paraissent jeter quelques difficultés sur la solution positive de la question.

Qu'il me soit permis, après avoir parcouru à plusieurs reprises les environs de Nevers, examiné avec soin la stratification des couches et recueilli beaucoup de fossiles, d'envoyer à la Société le résultat de mes recherches.

Comme on le verra, les caractères minéralogiques pris comme point de départ, ont produit des erreurs graves ; des terrains situés à de grandes distances géologiques ont été confondus; le lias a été pris pour la terre à foulon, l'étage bathonien pour l'étage bajocien.

Sur une carte que j'ai dressée à l'appui de la présente notice, on aperçoit des escarpements puissants qui limitent les bords de la Loire ; la direction des couches suit une ligne inclinée vers le nord-ouest ; cette direction est visible sur une certaine étendue, mais bientôt les bancs se trouvent recouverts par une couche assez épaisse de terre végétale; plus loin, au delà de Marzy, les bancs de l'oolithe inférieure permettent d'observer cette même inclinaison qui se poursuit, sauf quelques accidents, jusqu'à Bony (Loiret), en laissant apercevoir la succession entière des terrains jurassiques et crétacés.

Si l'on prolonge dans la pensée l'inclinaison supposée régulière des couches vers le nord-ouest, on arrive à conclure que les escarpements bleus de Nevers représentent le lias; les calcaires souvent durs et oolithiques qui se trouvent au-dessus de ces couches argileuses seraient l'oolithe inférieure ; la terre à foulon, il est vrai, ne se trouve pas représentée dans l'échelle, mais les bancs épais des carrières de Nevers prendraient la place de la grande oolithe.

L'ensemble de cette classification paraît concorder avec la situation générale des couches et l'aspect minéralogique des terrains ; mais, comme nous allons le voir, les considérations paléontologiques jointes à la présence d'une faille bien apparente viennent détruire tout ce système.

Étudions la grande faille située à 3 kilomètres de Nevers, et partons du point culminant du mont Apin.

Nous y voyons d'abord un lambeau de calcaire d'eau douce, puis, en descendant l'arête suivant laquelle la coupe a été faite, nous tombons sur l'étage oxfordien contenant cette immense quantité de spongiaires bien faciles à déterminer; l'*Ammonites plicatilis* qui se trouve en abondance dans ces couches ne laisse pas de doutes sur la nature de l'étage.

En poursuivant, on rencontre les bancs épais des carrières de Nevers surmontés par des débris de spongiaires que la culture des vignes transporte vers le bas, puis tout à coup des pierres éparses

indiquant la présence de l'oolithe inférieure, caractérisée par de nombreux fossiles, tels que *Ammonites Brongniarti*, *Murchisonæ*, etc.; en avançant encore un peu, on trouve une nouvelle carrière montrant la superposition de la terre à foulon avec l'oolithe inférieure.

On voit donc dans la faille les parties inférieures de la terre à foulon en présence des bancs supérieurs du callovien ; l'inclinaison générale des couches vers le nord-ouest se trouve rompue ; on remarque même dans la carrière indiquée plus haut, et située au domaine le Sac, une inclinaison en sens contraire qui provient de l'affaissement de l'ensemble des terrains.

Les conclusions que l'on peut tirer de l'inclinaison générale des bancs se trouvent annulées, et l'on est obligé d'étudier les couches dans un autre ordre d'idées. Au lieu de suivre les terrains de bas en haut, en prenant pour point de départ les bancs bleus, étudions les couches de haut en bas, en partant du calcaire siliceux, et nous arriverons bientôt à des conclusions qui seront parfaitement concordantes, d'une part, avec l'existence de la faille et les caractères minéralogiques, d'autre part, avec les caractères paléontologiques. Comme je l'ai déjà dit, on trouve sur le sommet du mont Apin un lambeau de calcaire d'eau douce contenant des Lymnées et des Planorbes ; en descendant la côte, on rencontre le calcaire grenu à spongiaires ; les fossiles, déjà énumérés, indiquent l'étage oxfordien qui présente d'ailleurs le même caractère minéralogique à Germigny, à la Marche et à la Charité ; plus bas, on trouve des couches de calcaire argileux et tendre, contenant les *Pholadomya crassa*, *inornata*, *carinata*, l'*Avicula inæquivalvis*, le *Dysaster ellipticus*, l'*Ammonites anceps*, fossiles caractéristiques de l'étage callovien ; ces bancs sont séparés des assises épaisses de pierre de taille par un cordon d'argile empâtant des rognons plus ou moins siliceux, cordon qui dénote l'existence d'une agitation momentanée dans les eaux ; les bancs épais contiennent surtout l'*Ammonites Banksii* à l'état adulte, le *Dysaster ellipticus*, l'*Ammonites anceps* et beaucoup d'autres fossiles du Kelloway-rock. Une autre couche d'argile, contenant souvent des oolithes ferrugineuses, sépare les assises à *Ammonites Banksii* des bancs siliceux inférieurs ; cette couche paraît faire le passage paléontologique entre l'étage bathonien et l'étage callovien ; elle contient, en effet, des Ammonites qui ne se retrouvent plus dans les couches supérieures, mais qui abondent dans les couches bathoniennes ; ces Ammonites sont, comme on le sait, l'*Ammonites macrocephalus*, *Herveyi*, *hecticus* ; ils sont accompagnés de nombreux brachiopodes, parmi lesquels on peut citer : *Terebratula Chauviniana*, d'Orb., *calloviensis*, *bicanaliculata*.

Nous arrivons aux bancs siliceux qui forment la limite des deux étages, et qui doivent être considérés comme faisant partie de l'étage bathonien ; ces bancs, très variables d'épaisseur suivant les localités, contiennent peu de fossiles ; ils forment un ensemble de 3 ou 4 mètres d'épaisseur.

Au-dessous de ces bancs se trouvent des couches assez puissantes, sans consistance, d'un calcaire grenu, souvent oolithique, devenant de plus en plus argileux, et se transformant insensiblement en terre à foulon ; ils passent du jaune au gris, et finissent par devenir entièrement bleus : c'est alors la terre à foulon.

Les bancs situés au-dessous du Kelloway-rock, même en faisant abstraction des fossiles, doivent être considérés comme faisant partie de la grande oolithe, car rien n'indique la disparition de la terre à foulon qui, dans tout le département, occupe une large surface parfaitement connue ; l'existence d'une couche, entièrement semblable au calcaire de la Grenouille (oolithe inférieure), située au fond d'un puits, paraît donner à ce résultat beaucoup de consistance ; mais toute espèce de doute disparaît devant l'immense quantité de fossiles contenus dans ces couches, et qui tous sont spéciaux à la grande oolithe.

Ces fossiles sont les suivants :

Belemnites Fleuriausus, d'Orb.	*Terebratula digona*, Sow.
Ammonites discus, Sow.	*Nautilus bathoniensis*, Ebr.
Pleurotomaria strobilus, Deslong.	*Dysaster bicordatus*, Agassiz.
Pholadomya gibbosa, d'Orb.	*Nucleolites clunicularis*, Blainv.

Ce sont ces derniers bancs qui ont été pris souvent pour la continuation des calcaires de la Grenouille, la terre à foulon devenant naturellement le prolongement des argiles du lias. Je pense donc avoir déterminé exactement la position des couches du mont Apin, heureux si je puis contribuer à effacer, dans l'esprit de quelques géologues, une erreur qui peut devenir funeste.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray :

Examen de l'étage albien des environs de Sancerre; par M. Ébray.

Il existe dans le département de la Nièvre, dans celui du Cher et dans l'Yonne, entre les parties inférieures de l'étage cénomanien et de l'étage néocomien, une série de dépôts assez variables comme aspect

minéralogique et sur lesquels les géologues ne sont pas d'accord : je veux parler des sables et grès ferrugineux de Saint-Sauveur et de Saint-Amand, des argiles de Miennes et des sables verts de Cosne, ensemble qui atteint près de 40 mètres d'épaisseur. En se bornant à l'étude d'une localité restreinte, on s'aperçoit bientôt que l'on tombe dans l'erreur ; les sables ferrugineux, pour les uns, reposent tantôt directement sur le néocomien, tantôt ne sont qu'une variante des grès verts supérieurs ; pour d'autres ils constituent une formation distincte, digne d'être séparée des autres étages et de recevoir une dénomination spéciale.

Si l'on examine les points de départ de ses idées, on voit clairement que les différences d'opinion proviennent d'une étude stratigraphique trop restreinte, de l'absence de la recherche et de l'examen de fossiles. Ayant eu l'occasion d'étudier ces terrains, depuis Vierzon jusqu'à Auxerre, et croyant être arrivé à des conclusions appuyées sur des faits bien constatés, je pense être utile à la science, en faisant connaître le résultat de mes recherches.

Je retrace d'abord les opinions des géologues distingués qui se sont occupés de cette question ; je laisserai parler MM. de Longuemare, Desvoidy, Bertera ; je mettrai en évidence les contradictions qui résultent de leurs écrits, et je verrai enfin si l'étude minutieuse des fossiles et des couches peut conduire à un résultat irréfutable.

Opinion de M. de Longuemare.

L'étude géologique des terrains de la rive gauche de l'Yonne, par M. de Longuemare, date de 1843. Le chapitre X traite de la formation néocomienne ; le chapitre XI traite des sables ferrugineux ; le chapitre XIII, du gault.

M. de Longuemare place donc le gault au-dessus des sables ferrugineux ; d'abord son chapitre XII commence en ces termes:

« Au-dessus des dernières couches des sables ferrugineux, on trouve dans notre contrée une série d'assises plus ou moins calcaires comprises entre les marnes argileuses du gault et les argiles du terrain tertiaire. »

Les fossiles rencontrés dans cet étage sont, d'après ce géologue, des empreintes végétales, des zoophytes et coprolithes ; la composition du massif serait quartzeuse ; les matières accidentelles se composeraient d'argiles et de fer hydroxydé.

M. de Longuemare divise les sables ferrugineux en trois groupes : le groupe de Sully, le groupe de Moulins et le groupe de Taucy. Le

groupe inférieur fournit de gros blocs de grès ; le groupe moyen, des schistes ferrugineux ; le groupe supérieur, des dalles de grès.

Opinion de M. Desvoidy.

Le mémoire de M. Desvoidy, sur les sables et grès ferrugineux de la haute Puisaye, date de 1851.

M. Desvoidy énumère comme M. de Longuemare les nombreuses difficultés de la question ; il émet l'idée que déjà en 1842 il était certain que les sables ferrugineux ne reposaient pas directement sur le néocomien, comme il le professait d'abord ; en 1844 toute espèce de doute cessa, car il avait reconnu le gault à diverses profondeurs sous ces sables.

M. Robineau-Desvoidy croyait se convaincre par cette raison que ces sables appartenaient à un étage plus récent, et qu'ils méritaient d'autant plus notre attention, qu'ils ne renferment les vestiges d'aucune création zoologique.

Les sables seraient composés entièrement de quartz et de mica plus ou moins colorés par des oxydes de fer.

M. Desvoidy pense que ces sables indiquent *une époque spéciale, une formation qui n'a pas d'analogue*, et propose de leur donner le nom spécial de sables salviens, en mémoire de la ville de Saint-Sauveur ; il termine son mémoire en faisant ressortir les erreurs de M. de Longuemare.

Opinion de M. Cotteau.

M. Cotteau (*Annuaire de l'Yonne*, 1848, page 132) place les sables ferrugineux inférieurs au gault, et les fait reposer directement sur le néocomien.

Opinion de M. Bertera.

MM. Bertera et Élie de Beaumont classent la craie tuffeau, le gault et toutes les divisions qui dépendent de cet étage, dans les terrains crétacés inférieurs; ces géologues ont donc beaucoup de chance de ne pas se tromper.

Cependant, M. Bertera classe les argiles bleues des environs de Cosne dans les argiles d'alluvion ou tertiaires, ou bien dans l'étage néocomien (1).

---

(1) Carte géologique du Cher.

Il ne faut pas oublier que la carte de M. Élie de Beaumont, présentant un travail immense, ne peut pas contenir des détails à l'étude desquels d'autres géologues ont passé plusieurs années.

Examen stratigraphique des couches.

L'étage cénomanien blanc, à l'état de craie tuffeau, décrit une courbe plus ou moins régulière, partant de Vierzon, passant par Jarre, Sancerre, Neuvy, Saint-Fargeau, Joigny.

Il n'existe pas de doutes sur la position exacte de cet étage, qui contient partout les fossiles les plus caractéristiques, tels que *Ammonites varians*, *Mantelli*, *Terebratula alata*, *Epiaster crassissimus*, *Holaster carinatus*, etc.

Cette craie passe sous l'étage turonien, non loin de Saint-Amand-sur-Cher. Dans certains endroits, l'étage cénomanien repose sur des sables ferrugineux ; dans d'autres, sur des argiles ; dans d'autres, enfin, sur des sables très argileux, souvent remplis de grains verts.

Pour ceux qui ont vu la craie tuffeau reposant sur les sables ferrugineux, qui eux-mêmes sont supportés par les argiles du gault, il parait évident que ces sables sans fossiles n'ont aucune relation avec les dépôts inférieurs et supérieurs ; M. Desvoidy fut donc tenté d'en faire un étage spécial.

Pour d'autres, au contraire, qui ont vu ces sables reposer sur le néocomien, la coïncidence de la nature ferrugineuse put donner des raisons de les rapprocher de cet étage ; ce fut problement cette voie qui conduisit M. de Longuemare à classer ces sables au-dessous du gault ; ce géologue a eu probablement l'occasion d'observer les argiles bleues supérieures, sans rechercher la position des argiles bleues inférieures aux sables ; nous verrons que ces derniers sont dans beaucoup de localités surmontés par des argiles vertes et bleues, ayant beaucoup d'analogie avec les argiles inférieures du gault.

Pour sortir de ce dédale d'opinions, examinons d'abord sur une surface étendue la superposition exacte et la nature minéralogique des couches ; étudions les fossiles que ces terrains contiennent en abondance, et nous verrons bientôt que les sables ferrugineux doivent être placés dans l'étage albien.

Un sondage, qui fut pratiqué pour se rendre compte des terrains traversés par le chemin de fer, donna, dans la côte de Tracy (Nièvre), l'étage cénomanien d'abord, sur une épaisseur de 3 ou 4 mètres, puis des argiles sablonneuses vertes et bleues (3 mètres), au-dessous, le sable ferrugineux (5 mètres), au-dessous de ceux-ci, des argiles bleues contenant des paillettes de mica.

L'étage cénomanien est à l'état de marne blanche contenant les fossiles principaux déjà énumérés ; les argiles supérieures, les argiles inférieures et les sables ferrugineux ne fournirent pas de fossiles ; la sonde donne cependant la situation minéralogique des sables ferrugineux ; mais rien n'indique ici la place géologique de ces assises, qui se redressent sous une forte inclinaison dans un sens perpendiculaire au cours de la Loire, vers l'Est, et affleurent à Boisgibaud, Maltaverne, etc.

En examinant les fouilles qui se trouvent au bas de la montagne de Sancerre, on aperçoit des morceaux de grès situés au milieu et au-dessous des argiles micacées ; ces grès offrent une grande quantité de fossiles, dont je m'occuperai plus tard ; si l'on remonte vers Sancerre, on ne tarde pas à rencontrer les sables ferrugineux, puis des argiles vertes, et en dernier lieu, la craie tuffeau (étage cénomanien) ; cet examen démontre donc encore que les sables ferrugineux se trouvent intercalés entre deux couches argileuses à peu près de même couleur ; les couches inférieures se distinguent toujours par la présence du mica ; les couches supérieures, par la présence de grains verts.

En allant vers Neuvy (Nièvre), 24 kilom. de Sancerre, on rencontre, à proximité d'une ferme (les Cadoux), des escarpements qui montrent avec beaucoup de clarté la disposition de ces trois assises. On aperçoit, après avoir dépassé les argiles inférieures du gault, qui occupent une large surface depuis Cosne jusqu'à une petite localité (les Brocs), des escarpements ferrugineux qui se composent de couches alternatives de sables et d'argiles ; ces couches, d'une puissance de 30 à 40 mètres, sont séparées de la craie tuffeau par une épaisseur assez forte d'argile verte, à la base de laquelle se trouve une petite couche de $0^m,30$ à $0^m,40$, composée de graviers et de sables ferrugineux, empâtant une grande quantité de fossiles, que je déterminerai plus loin.

Je pourrais encore citer beaucoup de localités de Neuville à Auxerre, dans lesquelles cette superposition est évidente ; mais je pense que ces trois exemples suffisent pour démontrer que les sables ferrugineux se trouvent intercalés entre deux couches d'argile plus ou moins sablonneuse, presque de même couleur, cependant de composition différente ; l'examen des fossiles va nous montrer à quel étage ces couches appartiennent.

Examen des fossiles.

Les grès inférieurs situés sous les argiles offrent les fossiles principaux suivants :

La plupart de ces fossiles ont été déterminés par M. Alc. d'Orbigny :

Turritella Vibrayana, d'Orb.
Ringinella lacryma, d'Orb.
Natica gaultina, d'Orb.
Solarium moniliferum, Michelin.
Rostellaria Parkinsoni, Sow.
Panopœa acutisulcata, d'Orb.
Arcopagia Rauliniana, d'Orb.
Lavignon Clementina, d'Orb.
Venus Vibrayana, d'Orb.
Thetis minor, Sow.
Cardium Dupinianum, d'Orb.
Astarte Dupiniana, d'Orb.
Arca fibrosa, d'Orb.
Trigonia alæformis, Park.
Gervillia difficilis, d'Orb.

et plusieurs espèces nouvelles spéciales au gault. D'autres espèces se reproduisent dans l'étage cénomanien, telles que *Janira quinquecostata*, qui a bien quatre côtes entre les côtes saillantes; le *Cardium Hillanum*.

On sait que la *Janira quinquecostata* a déjà été trouvée dans le gault par M. Renevier (Mémoire sur la Perte du Rhône, p. 48).

Les argiles inférieures micacées sont peu fossilifères; elles contiennent des parties ferrugineuses qui offrent les fossiles suivants :

Ammonites mamillatus, Schl.
Ammonites Milletianus, d'Orb.
Rostellaria costata, Michelin.

fossiles spéciaux à l'étage albien.

Les sables ferrugineux ne contiennent, dans leurs parties inférieures, que des végétaux indéterminables; les parties supérieures donnent l'*A. tarde-furcatus* (Leymerie)?

La couche la plus supérieure des sables ferrugineux donne les fossiles principaux suivants :

Ammonites inflatus, Sow.
A. Denarius, Sow. (1).
Arca fibrosa, d'Orb.
Natica gaultina, d'Orb.
Cardium Carolinum, d'Orb.

et beaucoup d'autres espèces qui me paraissent nouvelles, et sur lesquelles je ferai un travail spécial.

Je ferai remarquer cependant que les échantillons de *Cardium* que j'ai recueillis, tout en se rapprochant beaucoup du *Cardium Carolinum*, présentent généralement un angle apicial de 107 degrés, angle du *Cardium productum*, offrent bien la forme spéciale du *Cardium*

(1) L'*Ammonites Denarius* des couches mélangées de la Nièvre diffère d'une manière presque insensible de l'*Ammonites Denarius*, décrit dans la paléontologie française.

Carolinum, des plus tranchées, mais diffèrent de ce dernier fossile par le nombre de rangées de petites pointes qui sont du côté buccal au nombre de trois.

C'est pour ces raisons que je considère cette détermination comme provisoire. La plupart de ces derniers fossiles font partie de la faune du gault. On voit par ce qui précède que l'ensemble des grès et argiles inférieures, des sables ferrugineux et peut-être aussi des couches argileuses supérieures (1) doit être considéré comme albien (2), que l'on rencontre dans toute l'étendue de cet étage des fossiles qui se retrouvent dans l'étage cénomanien, et que le nombre des fossiles communs au gault et à la craie tuffeau inférieure diminue à mesure que l'on s'éloigne de la limite de ces étages.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray :

Note sur la valeur géologique des silex que l'on rencontre dans les formations jurassiques et crétacées du département de la Nièvre, par M. Ébray.

La couleur des silex a souvent été prise comme signe distinctif des étages; l'expérience me prouve que la nature de ces corps, quoique présentant quelquefois un cachet particulier, doit être considérée comme un indice dont il faut user avec beaucoup de prudence.

Je commencerai par examiner les bancs plus ou moins siliceux de l'infra-lias, qui se rencontre à Saint-Pierre, à Decise, etc.

Ces bancs se présentent sous deux couleurs principales : ils sont tantôt rouges, tantôt bleus; rouges, ils indiquent l'approche des marnes irisées; bleus, le voisinage du calcaire à Gryphées; le lias moyen, le lias supérieur, l'étage bajocien et la grande oolithe contiennent des bancs plus ou moins siliceux; mais la roche conserve l'apparence calcaire.

Le système siliceux le plus important qui succède à l'infra-lias forme quatre ou cinq bancs qui séparent la grande oolithe de l'étage callovien; ces bancs peuvent s'étudier à Nevers, au château de Mimont, à la montée de Châteauneuf; le banc le plus supérieur repré-

---

(1) J'ai trouvé dans les couches argileuses supérieures les mêmes fossiles que dans la couche supérieure des sables ferrugineux; mais ces fossiles me paraissent remaniés.

(2) Les parties inférieures et moyennes des sables ferrugineux résultent alors d'un immense courant qui sillonna les mers du gault, et qui cessa peu avant le commencement de l'étage cénomanien.

sente un calcaire plus ou moins siliceux, pouvant être exploité comme marbre; les bancs inférieurs deviennent quelquefois très durs, et capables de donner de très bon pavé; ils sont gris et présentent souvent une grande analogie avec l'infra-lias; cependant les bancs bathoniens diffèrent par la présence de points blancs, provenant d'articles de zoophytes. Lorsque ces caractères différentiels n'existent pas, et lorsque le grain de la pierre est fin, il n'est pas possible de distinguer les deux roches.

En remontant l'échelle géologique, la silice paraît s'être répartie moins uniformément dans les étages; le Kelloway-rock présente, à sa partie moyenne, deux ou trois bancs contenant des lignes régulières de rognons de silex; ces silex contiennent peu de fossiles et ne se retrouvent pas souvent dans les terrains de transport, car cette partie de l'étage n'a pas été exposée à l'action des eaux. Ces silex ont la même couleur que les silex de la partie supérieure de l'oxfordien; mais ceux-ci offrent des formes moins arrondies et plus irrégulières.

La partie la plus siliceuse de l'étage callovien du département de la Nièvre est certainement la partie supérieure où quelques bancs sont transformés en entier à l'état siliceux, comme cela peut se remarquer au bord de la Loire, près du domaine de la Loge, commune de la Marche; la roche est pétrie de fossiles spéciaux à l'étage callovien; les Pholadomyes, les Térébratules et les Échinodermes abondent dans ces couches; les matériaux siliceux qui les composent se retrouvent souvent à des distances considérables.

Les silex qui nous occupent, lorsqu'ils sont exposés à l'air, varient avec le temps; car, de gris, ils deviennent jaunes et se rapprochent des silex gris de la craie tuffeau. Ces derniers silex se distinguent cependant de ceux du Kelloway-rock par une couleur plus claire, une moins grande dureté; mais ce signe n'est pas infaillible, car la partie inférieure du cénomanien contient aussi des silex jaunes et même rouges.

Si nous passons à l'étage oxfordien, nous y verrons (chose assez singulière qui se remarque souvent à la fin des étages, et semble indiquer un temps d'arrêt dans la formation des couches) la silice se masser et se séparer; des couches entières deviennent siliceuses par suite de spongiaires dont quelques genres sont entièrement globuleux; quelquefois cependant, comme à Donzy, la silice se trouve à l'état inorganique, en rognons irréguliers, en veines donnant à la roche un aspect marbré et une grande dureté; la couleur de ces silex paraît légèrement se modifier par un contact prolongé avec l'air.

Le corallien est siliceux à la partie inférieure; mais la silice se trouve intimement liée au calcaire, et l'on ne rencontre pas dans la Nièvre des silex nombreux provenant de cet étage. Les rares silex que j'ai trouvés dans le corallien ont présenté une couleur jaunâtre, une texture caverneuse indiquant l'existence de polypiers; l'étage kimméridgien contient aussi fort peu de silex, quoique certains bancs soient très durs et donnent des lumachelles calcaires. L'étage portlandien est peu siliceux; la partie supérieure de cet étage contient quelques silex qui se rapprochent des silex rouges de l'étage cénomanien, et se distinguent de ceux-ci par une cassure plus régulière, jointe à une texture plus fine.

Je n'ai pas observé beaucoup de silex dans le néocomien, qui se réduit dans le département, et surtout dans la partie occidentale, à une couche insignifiante.

Il n'en est pas de même de l'étage cénomanien, qui contient à ses parties inférieure et moyenne beaucoup de rognons rendant quelquefois la pierre difficile à travailler. Les silex rouges se rencontrent assez souvent dans le cénomanien qui affleure le long de la Loire (près Cosne); bientôt cette couleur, qui provient probablement de l'influence des sables ferrugineux sur lesquels l'étage cénomanien repose quelquefois, disparaît pour faire place à la couleur grise, qui caractérise les bancs moyens; mais cette couleur s'altère au contact de l'air; elle s'affaiblit et devient presque blanche; les silex pyromaques occupent principalement la partie supérieure, qui pourrait, par un examen paléontologique superficiel, être assimilée à la craie blanche, car le *Micraster coranguinum* se confond facilement avec l'*Epiaster crassissimus*, surtout, lorsqu'à l'état de moule, le fasciole a disparu; l'*Ammonites Mantelli* vient d'ailleurs de temps en temps confirmer l'existence de la craie tuffeau, et l'on peut considérer positivement le silex pyromaque comme propre à l'étage cénomanien (1). Ce silex se rencontre même à Tracy dans les parties inférieure et moyenne de cet étage, mais il y est assez rare.

La craie blanche est remarquable dans la Nièvre par l'abondance et la diversité des silex que l'on y trouve; ils sont noirs à Neuvy, gris à Sancerre, jaunes à la Roche, rouges aux environs de Tracy; ces différentes couleurs se marient, et forment des silex bigarrés souvent

---

(1) M. Bertera a fait la même remarque dans le Cher. Il dit, page 125 du texte explicatif de la carte du Cher : on rencontre dans la craie tuffeau un grand nombre de rognons pyriteux; on y trouve aussi des silex noirs, mais seulement à la partie supérieure.

très extraordinaires; partout la silice a englobé les fossiles les plus caractéristiques de la craie blanche.

Le calcaire siliceux présente une texture assez régulière, presque toujours sans rognons de silex. On le rencontre sous deux aspects différents à l'état de marnes, qui occupent tantôt la partie supérieure, comme à Boué (Cher), tantôt la partie inférieure (comme à Villechaud), et à l'état de calcaire siliceux, qui fournit des matériaux de construction.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ébray :

Note sur le diluvium du département de la Nièvre;
par M. Ébray.

J'ai examiné, dans une note précédente, les résultats que l'on peut obtenir en étudiant la direction des grands courants diluviens; le calcul prouve, en effet, que la direction de ces courants est en relation avec la nature des bouleversements qui les ont fait naître. J'ai étudié le transport des fossiles roulés du département de la Vienne, qui paraissent indiquer la marche des courants vers le nord; j'ai eu l'honneur de présenter les observations intéressantes que l'on peut faire sur les individus roulés du *Dysaster ellipticus*, qui se trouve transporté souvent à de grandes distances, et qui donne à penser que les courants suivaient, dans la Nièvre, la direction N.-O. Je viens, aujourd'hui, soumettre à la Société un travail sur la nature des différents diluviums que l'on rencontre dans ce département.

Lorsque les courants diluviens, dont les effets attestent les proportions gigantesques, envahirent le département, tous les points élevés de cette contrée furent submergés; la forme des montagnes, l'examen des couches superficielles viennent, à chaque pas, démontrer au géologue la puissance de ces courants, dont la cause ne doit pas être recherchée dans un fait restreint, comme la foule des anciens glaciers, mais bien dans un fait plus grandiose (1), qui permet de mettre en regard, sans voir immédiatement l'erreur, le cube énorme d'un courant qui envahit des surfaces considérables avec la puissance de la source, capable de fournir à ce débit effrayant en section et en vitesse.

Je dis que l'on peut observer, sur les points les plus élevés du département, l'action de ces courants qui paraissent avoir suivi la direction N.-O.; mais, à chaque instant, la nature des sédiments varie,

(1) L'envahissement des continents par les mers.

en raison de la position des roches mères qui ont fourni les matériaux de transport, et en raison aussi de l'intensité d'action et de la durée de ces courants.

Les diluviums de la Nièvre proviennent des roches granitiques, des étages jurassiques et des étages crétacés ; ces différents diluviums se rencontrent souvent sans mélanges; quelquefois cependant on les trouve associés entre eux.

Lorsque les roches sont soumises à l'action des courants, les parties tendres se trouvent enlevées et dissoutes par les eaux ; elles sont portées à des distances considérables, et ne se déposent qu'au moment où l'équilibre se rétablit; c'est alors que se forment les roches homogènes des étages géologiques ; les parties qui se trouvent dans le diluvium des terrains primitifs sont, en général, quartzeuses et micacées; le diluvium jurassique ou crétacé est composé de silex d'autant plus réduits qu'ils se trouvent éloignés du point d'enlèvement.

On remarque, dans le département du Cher, des graviers calcaires provenant de la destruction et de l'enlèvement de l'étage corallien; mais ces graviers sont peu puissants et très peu répandus dans la Nièvre.

Le diluvium résultant de la destruction des terrains primitifs se rencontre généralement à peu de hauteur (1) au-dessus du sol des rivières ; il semble que la vitesse des courants, au moment où les eaux dépassaient les hautes montagnes du département, était trop forte pour permettre à ces sédiments déjà réduits de se déposer. Ce n'est que plus loin qu'ils se déposèrent ; à mesure que le courant diminuait de volume et d'intensité, en s'engouffrant dans les dépressions motivées par des failles et autres accidents géologiques, le quartz et le mica se réunirent derrière les points saillants qui formèrent des remous ; aujourd'hui la Loire coule lentement et charrie à son aise ce sable si fin et si mouvant provenant des montagnes primitives; le limon qui résulte de la décomposition des roches calcaires et argileuses se trouve plus rapidement transporté à la mer, et contribue à former les bancs de l'étage contemporain.

En descendant des sommets vers les bas-fonds, on rencontre des diluviums de plus en plus fins ; le diluvium des sommets se trouve peu transporté à cause du peu de durée de l'action de ces courants; il

(1) Il existe cependant des exceptions ; on trouve un dépôt de sables micacés entre Varenne et Uzy, à la cote 230 et un autre sur les sommets de la roche, à la cote 190,00, par contre un dépôt de cailloux céphalaires à Tracy, cote 160,00.

a quelquefois même l'aspect d'une roche en place, dans laquelle certains éléments ont été enlevés.

Cette émission de dépôts plus ou moins remaniés par les eaux forme une série dans laquelle les points extrêmes ne peuvent être précisés ; on rencontre certaines couches d'argile, dont l'origine est difficile à indiquer ; d'un autre côté certains dépôts, encore en place, ont souvent l'apparence de terrains de transport.

Comme on le voit en suivant une carte des bords de la Loire, les principaux dépôts de diluvium primitif sont situés dans le bas-fond de Fourchambault et dans celui de Pougues. Ces sables ne se trouvent pas mélangés de débris de roches secondaires.

Aux environs de Cosne, le diluvium provenant des terrains primitifs contient des silex calloviens et pyromaques (1).

En remontant les collines qui bordent la Loire, on ne tarde pas à rencontrer, dans le centre du département, les silex roulés du callovien qui forment quelquefois des épaisseurs assez fortes ; tantôt ces graviers sont réduits en galets ; tantôt, à faces anguleuses, ils représentent un étage à peine attaqué par les eaux : en arrivant sur les plateaux, on rencontre des amas de silex, auxquels on a donné le nom de calcaire à chailles ; quelquefois ce calcaire est en place : dans ce cas, il apparaît sous forme de bancs siliceux séparés par des couches d'argile ; quelquefois il est en place et altéré : dans ce cas l'argile se trouve enlevée, et les bancs, toujours visibles, se succèdent avec plus ou moins de régularité ; l'ensemble du dépôt a souvent l'aspect bréchiforme. Enfin ce terrain se trouve transporté à des distances plus ou moins grandes ; les matières dont il se compose sont alors entièrement en désordre, et souvent elles reposent sur des étages plus récents, tels que le corallien, l'oxfordien, quelquefois même le cénomanien.

C'est dans cette dernière position que l'on peut observer cette grande étendue de diluvium callovien qui part de Nevers, passe par les hauteurs de Guérigny, les forêts de Saint-Aubin, de Raveau, les environs de Donzy où il acquiert près de 20 mètres d'épaisseur ; en descendant vers le nord du département, les terrains de transport varient bientôt de nature : les silex pyromaques viennent indiquer l'enlèvement de la période crétacée ; on trouve dans les calcaires à chailles le *Micraster coranguinum* associé au *Dysaster ellipticus ;* mais bien-

(1) Le fait s'explique très bien quand on songe à la disposition géographique des couches qui ont fourni le diluvium callovien ; en effet, presque toutes ces couches sont situées au N.-O. de Fourchambault et de Pougues.

tôt ce dernier devient très rare. Les contrées dans lesquelles on peut observer le diluvium de la craie blanche sont situées au nord du département ; on en trouve des lambeaux à Tracy, à la Roche, à Cosne, à Neuvy, à Saint-Sauveur, etc.; il est à remarquer que l'on ne rencontre les débris de la craie qu'à partir de Saint-Andelain, et que l'on a par conséquent des raisons pour supposer que ce point formait le premier dépôt régulier de la craie et que les éléments siliceux, qui se trouvent en abondance dans cette localité, doivent être considérés en place, quoique altérés par les courants qui venaient du sud-est.

Je termine cette notice en disant quelques mots sur la configuration des bords de la Loire, et sur les relations qui existent entre la constitution géologique du sol et le régime de déformation des coteaux qui limitent ce fleuve.

Le profil en travers de la vallée de la Loire va nous indiquer quel fut approximativement le mode de décroissance des courants diluviens.

Puisque le diluvium situé au-dessus de la cote 240 ne se trouve pas transporté à de grandes distances et ne contient pas d'éléments de petite dimension, il y a donc lieu de supposer qu'à l'époque où les eaux couvraient les sommités, les courants, quoique animés d'une grande vitesse, ne furent pas de longue durée ; les eaux paraissent, à partir de ce moment, avoir décru assez uniformément et lentement jusqu'à la cote moyenne 190 mètres, car les pentes sont assez régulières ; à partir de cette hauteur, les pentes sont plus fortes : la grande oolithe, le Kelloway-rock, le kimmeridgien supérieur se trouvent arrachés sous la pente $0^m,30$; la partie inférieure du corallien, sous la pente de $0^m,20$; la partie argileuse du même étage, sous l'angle de $0^m,06$; le cénomanien, $0^m,15$; le gault, $0^m,10$; ces inclinaisons varient dans des limites assez étendues, mais en général elles sont en rapport avec la dureté des terrains.

A partir de la cote 190, les inclinaisons deviennent souvent plus fortes et semblent indiquer une décroissance encore moins rapide du courant : en effet, comme cela se remarque facilement sur la carte, les lignes de niveau se rapprochent d'autant plus que l'on descend vers la rivière ; dans certaines parties, les pentes sont encore augmentées par les érosions actuelles du fleuve qui, rongeant le sol au niveau de l'étage, opèrent des éboulements souvent assez importants.

En examinant la forme des collines et des bas-fonds qui bordent la Loire, on s'aperçoit bientôt de la liaison intime qui existe entre la configuration de ses bords, la direction de la rivière, la déformation actuelle des rives et la nature géologique du sol. La plaine assez étendue qui se trouve en amont de Nevers résulte de la présence de la terre à foulon qui, d'un enlèvement facile, a donné lieu à cet ap-

profondissement. Nevers forme une hauteur qui a été respectée; composée de Kelloway-rock, elle formait un épi contre les courants destructeurs; à mesure que nous nous rapprochons de Marzy, situé sur les roches résistantes du calcaire à Entroques, la Loire, pour le moment vaincue, s'incline en formant le promontoire important qui se prolonge jusqu'à Fourchambault. La constitution géologique du sol rendra pour longtemps encore cette partie inattaquable.

En descendant vers Soulangy, on aperçoit bientôt le grand golfe de Pougues, qui devait aussi, à l'époque du diluvium, être comblé par la terre à foulon; cette partie de la rive est actuellement à peu près stationnaire, protégée en amont par le promontoire solide de Marzy, soutenue en aval par la butte callovienne de Soulangy; cette partie reçoit de temps en temps le limon fécondant des crues et tend par conséquent plutôt à s'élever qu'à s'abaisser.

A partir de ce point, les rives de la Loire présentent jusqu'au delà de la Charité des côtes plus escarpées et uniformes; journellement soumis à l'action lente des eaux, ces coteaux se déforment insensiblement; mais, comme ils sont composés de roches solides, l'industrie n'a pas pour le moment à se préoccuper de cette action; cependant, si les effets du diluvium sont effrayants et gigantesques, les effets lents mais constants de l'influence de l'air et des rivières n'en sont pas moins dignes de remarque; infiniment petits, comparés à ces premiers, le temps les rend sensibles et souvent redoutables.

Le château de Mouron est situé dans un golfe motivé par l'enlèvement facile de la partie argileuse du corallien.

A partir de ce point, les talus reprennent leur forme abrupte jusqu'aux Girarmes où apparaît le gault : ici encore l'étage argilo-sablonneux se trahit par un approfondissement qui se trouve protégé en amont par la partie solide du kimmeridgien et du portlandien, en aval par le promontoire crayeux de Tracy.

De Tracy à la limite du département, la composition des collines est en moyenne assez uniforme; la pente naturelle des coteaux devient assez régulière et moins abrupte.

M. Hébert fait au nom de M. Kœchlin-Schlumberger la communication suivante :

Nouvelles études sur les Ammonites margaritatus, *Montfort, et* Ammonites spinatus, *Brug.*, par M. J. Kœchlin-Schlumberger.

Depuis que j'ai écrit la note sur une nouvelle variété de l'*Ammo-*

nites spinatus (1) et en suite de nouvelles fouilles faites dans le gisement de Sentheim, on est arrivé dans cette localité à une exploitation régulière de la roche du lias moyen pour la convertir en chaux hydraulique. Ces travaux ont mis cet étage à découvert et y ont fait rencontrer une grande quantité d'Ammonites bien conservées dont un certain nombre jettent un grand jour sur la question que j'avais déjà traitée. L'examen de ces nouveaux matériaux m'amène à modifier mon opinion sur la variété de l'*A. spinatus* à bouche circulaire et à considérer l'*A. spinatus*, Brug., et l'*A. margaritatus*, Montf., avec toutes leurs variétés, comme appartenant à une seule espèce.

Cet énoncé peut donner lieu à deux sortes de remarques : d'abord il doit paraître hardi, puisqu'il est opposé à l'opinion de tous les paléontologues qui se sont occupés de ces espèces; on doit ensuite trouver étonnant qu'après avoir montré une certaine prétention d'avoir bien étudié la question je change mon opinion au bout de deux ans.

Quant à la première remarque, je pourrai dire qu'à mesure que mes collections augmentent, qu'à mesure que le nombre des localités que j'ai visitées s'accroît, mon opinion, que dans beaucoup de genres de fossiles on a trop multiplié les espèces, acquiert plus de force; cette opinion devient une conviction chaque fois que je recueille dans le même gîte un grand nombre d'exemplaires de la même espèce et j'y vois presque toujours un certain nombre de variétés passant les unes aux autres. Je pourrai dire que cette réunion en une même espèce de formes aussi éloignées que le sont celles des *A. spinatus* et *A. margaritatus* dans leur type normal n'est pas si extraordinaire qu'elle le paraît au premier abord et qu'elle a déjà été admise pour d'autres espèces. Ainsi je pourrai citer l'*A. margaritatus* lui-même dans la variété *Engelhardti*, d'Orb., pl. 66, *A. margaritatus tuberculeux*, d'Orb., pl. 68 et *A. amaltheus spinosus*, Quenst. (*Petrefactenkunde Deutschlands*, pl. 5, fig. 46); *A. Sowerbyi*, Mill. (d'Orb., pl. 119) dont les échantillons sans tubercules sont beaucoup plus nombreux que ceux qui en sont munis, et cependant ce sont les dernières qu'on représente en figures et que l'on considère comme à l'état normal; *A. Jason*, Ziet. (d'Orb., pl. 159 et 160); *A. anceps*, Rein. (d'Orb., pl. 166 et 167), *A. coronatus*, Brug. (d'Orb., pl. 168 et 169); *A. oculatus*, Phill. (d'Orb., pl, 200 et 201), mais il y a en outre des variétés complétement lisses; *A. Clementinus*, d'Orb., et *mamillatus*, Schloth. (d'Orb., pl. 74 et 75); *A. Mantelli*, Sow. (d'Orb., pl. 103 et 104).

---

(1) *Bulletin Soc. géol.*, 2e sér., t. XII, p. 118.

Les paléontologues du Wurtemberg, MM. Quenstedt et Oppel, réunissent à l'*A. angulatus*, Schloth. (Quenst., tab. 4, fig. 2; Ziet, pl. 3, fig. 1; d'Orb., pl. 93), les *A. Charmassei*, d'Orb. (pl. 91 et 92), *A. Laigneletti*, d'Orb. (pl. 92), *A. catenatus*, Sow. (d'Orb., pl. 94), *A. Moreanus*, d'Orb. (pl. 93); M. Oppel réunit l'*A. hybrida*, d'Orb., 85, à l'*A. polymorphus*, Quenst. (pl. 4, fig. 9, 10, 11, 12, 13). M. Quenst. réunit l'*A. hecticus*, Rein. (Quenst., tab. 8, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 et d'Orb., pl. 152) à l'*A. lunula*, Ziet. (d'Orb., 157); M. d'Orbigny réunit à l'*A. plicatilis*, Sow. (d'Orb., 191 et 192), presque toutes les Ammonites du Jura blanc du Wurtemberg, telles que les *A. biplex*, Sow. (Quenst., pl. 12, f. 6, 7, 11 et 12), *A. triplicatus albus*, Quenst. (fig. 1), *A. polygyratus*, Rein. (Quenst., fig. 3 et 4), *A. colubrinus*, Rein. (Quenst., fig. 10), *A. convolutus*, Quenst. (pl. 13, fig. 3), etc.

Quant à la seconde remarque, je fais humblement mon *meâ culpâ;* je ne suis malheureusement pas de ceux qui n'ont rien à regretter ni rien à désavouer, et qui meurent avec la douce satisfaction d'avoir imposé des règles immuables et des barrières à la science.

Les nouveaux matériaux, avec leur grande richesse, sont sans doute le principal motif qui a modifié mon opinion; mais il y en a bien quelques autres. Si donc, il y a deux ans, je n'ai pas suivi la velléité que j'avais déjà alors, pour la réunion des deux espèces, c'est qu'il est bien difficile à un jeune amateur (jeune de science, mais pas d'âge) de ne pas se laisser grandement influencer par les idées reçues, de se défendre contre des impressions qui ne sont fondées souvent que sur des conventions et qu'il a sucées avec le lait scientifique.

Si, il y a deux ans, plusieurs arguments, et que j'ai exprimés, m'entraînaient vers ma manière de voir actuelle, je n'avais pas alors le courage d'affronter l'opinion reçue et de réunir deux espèces patriarcales, comme le sont les *Ammonites spinatus* et *margaritatus*. J'ai aussi donné une trop grande importance à la valeur des lobes comme caractère spécifique, et, comme il fallait une conclusion, j'ai un peu fait comme les avocats, j'ai laissé dans l'ombre les arguments contraires ou qui pouvaient me gêner et amener le doute; j'ai au contraire mis en saillie les arguments favorables, jusqu'à en employer d'assez spécieux.

Après tout, la science marche tous les jours, ses enseignements se corrigent, s'étendent, se complètent; il faut la suivre dans son allure progressive; il faut aller en avant sans regretter les idées, les hypothèses, les erreurs dont on laisse la route jonchée derrière soi.

Pour traiter la question qui m'occupe sous toutes ses faces, je suis obligé d'indiquer les relations de gisement de mes Ammonites, puis-

qu'on a voulu tirer, précisément de ces relations, dans d'autres localités, un argument contre mon opinion.

Le lias moyen, à Sentheim, se divise tout naturellement en deux étages principaux : 1° celui supérieur, constitué par des marnes et des schistes marno-argileux; 2° celui inférieur, constitué par un calcaire solide, compacte, quelquefois à texture finement cristalline, quelquefois à texture lâche et un peu terreuse. Le premier de ces étages peut se subdiviser minéralogiquement en deux parties, dont celle supérieure est composée d'une marne d'un gris clair, celle inférieure d'un schiste marno-argileux noir. Ces deux subdivisions renferment, en grand nombre, exactement les mêmes espèces et variétés d'Ammonites; seulement, dans celle inférieure, les Ammonites sont composées de fer sulfuré et de chaux carbonatée blanche, tandis que dans celle supérieure le fer sulfuré est remplacé par du fer hydroxydé, remplacement dû sans doute à une action pseudomorphique.

D'après les noms adoptés aujourd'hui, ces *Ammonites* appartiennent aux espèces *spinatus*, Brug., et *margaritatus*, Montf., avec leurs nombreuses variations. Avant de m'en occuper plus spécialement, je reproduis ici la liste des fossiles dont ces Ammonites sont accompagnées, et que j'ai rencontrés principalement dans la subdivision supérieure où les Ammonites, par la conservation du test, montrent souvent des surfaces irisées.

Belemnites niger, List., *B. clavatus*, Blain., *B. Fournelianus*, d'Orb., *B. acutus*, Mill., *Ammonites natrix*, Ziet., *Gastéropodes* de petite dimension, *Dentalium*, *Arca parvula*, d'Orb., *Arca Munsteri*, Goldf., *Leda acuminata*, d'Orb., *Lucina*, *Cardium multicostatum*, Phill., *Plicatula spinosa*, Sow., *Panopæa*, *Myoconcha*, *Pecten priscus*, Schloth., *Ostrea irregularis*, Munst., *Rhynchonella variabilis*, d'Orb., *R. rimosa*, d'Orb., *Terebratula numismalis*, Lamk., *Spiriferina Hartmanni*, d'Orb., *Pentacrinus*.

Au-dessous du schiste marno-argileux noir, vient l'étage inférieur du lias moyen, et que j'ai déjà caractérisé minéralogiquement. Dans l'ensemble, les fossiles qu'il renferme sont différents de ceux que je viens d'indiquer pour la couche marneuse et celle du schiste marno-argileux noir.

Dans la partie supérieure de cet étage, à environ un demi-mètre d'épaisseur, j'ai recueilli les espèces suivantes :

Belemnites Fournelianus, d'Orb., *B. niger*, List., *Ammonites fimbriatus*, Sow., *A. Normanianus*, d'Orb., *A.* voisine de l'espèce *Jamesoni*, Sow., *Pleurotomaria*, *Pholadomya decorata*, Ziet., *Lima gigantea*, Desh., *Lima*, espèce plus petite presque lisse, *Pecten*

Hehlii, d'Orb., *Pecten*, petite espèce à côtes rayonnantes, *Ostrea cymbium*, d'Orb., *Rhynchonella tetraedra*, d'Orb.

Sur le chantier de l'exploitation, parmi les fragments préparés pour être convertis en chaux hydraulique, j'ai rencontré quelques fossiles propres au lias moyen, et qui, étant renfermés dans une roche très rapprochée de celle dont je viens d'énumérer les fossiles, il devient évident qu'ils appartiennent au même étage du lias moyen et à des bancs inférieurs à ceux dont j'ai déjà parlé.

Belemnites niger, List., *Nautilus*, avec fines stries d'accroissement, sans stries en long (1), *Ammonites margaritatus*, Montf.: 1° variété normale, pl. 67 de la *Paléontologie française ;* 2° variété épaisse, avec 22 grosses côtes sans le moindre tubercule, éloignée par ses caractères de toutes les figures de Zieten, de d'Orbigny, de Quenstedt, de Bronn, d'Oppel, etc., *A. Davœi*, Sow., très abondante, *A. planicosta*, Sow., à peu près d'Orb., *Pal. franç.*, pl. 65, *Anomya? Terebratula amalthei*, Quenst., *Ostrea cymbium*, Sow.

J'ai déjà dit que toutes les Ammonites, soit irisées, soit pyritisées de la division supérieure du lias moyen, appartenaient aux espèces *spinatus* et *magaritatus* (2); en réunissant ce que j'ai recueilli à Sentheim à quelques échantillons que M. Jutier a bien voulu mettre à ma disposition, j'arrive au nombre de 859 exemplaires, la plus grande partie entiers.

Pour faire mieux comprendre la filiation de toutes ces Ammonites, j'en forme les 11 groupes suivants :

N° 1. *Ammonites spinatus*, Brug., forme normale, c'est-à-dire à tours bien décidément carrés, plus ou moins aplatis; le rapport entre la largeur et l'épaisseur s'y trouve compris entre les limites de 0,833 à 1,579; la pl. 52, *Paléont. franç.*, de M. Alc. d'Orbigny, représente un individu dont le rapport tient à peu près le milieu entre ces chiffres.

Nombre des exemplaires 209

N° 2. *A. spinatus*, Brug., variété aplatie, ayant ses côtes nettement et régulièrement formées et sans tubercules. L'épaisseur est beaucoup moindre que dans la variété précédente, les côtes angulaires du dos s'arrondissent, la quille devient saillante; le rapport de

---

(1) J'ai rencontré la même espèce ayant aussi son test conservé dans la couche correspondante du lias moyen à Wintzfelden (Haut-Rhin).

(2) Il n'y a à excepter qu'un seul exemplaire d'*A. natrix*, Ziet.

la largeur du tour, à son épaisseur, est compris entre les chiffres 1,28 et 1,60. (Voyez la fig. 5, *Bulletin Soc. géol*, 2e sér., t. XII, pl. 2, qui est du reste un extrême aplati.)

Nombre des exemplaires 272

N° 3. *A. amaltheus spinosus*, Quenst. C'est une *A. spinatus* dont les côtes s'oblitèrent plus ou moins et qui prend de fortes pointes latérales, tout en conservant quelquefois la forme carrée du tour. (Voy. Quenstedt, *Petrefactenkunde Deutschlands*, pl. 5, fig. 46 et *der Jura*, pl. 20, fig. 8; *Bulletin Soc. géol.*, 2e sér., t. XII, pl. 2, fig. 1, 2, 3, 4.)

Nombre des exemplaires 61

N° 4. *A. margaritatus*, Montf., normal; le rapport de la largeur à l'épaisseur du tour est de 2,20 ; du reste ces échantillons sont bien caractérisés; ils ont le dos tranchant, les côtes souvent effacées sur la moitié extérieure des tours, et les stries longitudinales ou en spirale, au contraire, bien conservées; ils proviennent des deux couches de celle marneuse et de celle schisteuse.

Nombre des exemplaires 8

N° 5. *A. margaritatus tuberculeux*, Montf., *A. amaltheus gibbosus*, Schloth. Cette variété est très rapprochée d'*A. amaltheus spinosus*, Quenst., n° 3; elle s'en distingue en ce que les pointes sont placées sur le milieu de la largeur du tour, tandis que sur la dernière, les pointes ont leur place entre ce milieu et le dos. Mon plus grand exemplaire a 60 millim. de diamètre avec cloisons jusqu'à l'extrémité du tour; si on suppose que la dernière loge qui manque complètement avait 3/4 de tour, on arriverait à un diamètre de plus de 100 millim. pour l'Ammonite entière, ce qui est à peu près celui qu'atteignent les plus grands individus d'*A. amaltheus spinosus* que je connaisse.

Nombre des exemplaires 110

N° 6. Cette variété, par la forme variable, mais toujours un peu arrondie du dos, par le faible accroissement des tours en largeur, par le rapport de la largeur à l'épaisseur des tours, se rapproche de celle n° 2. Elle s'en éloigne par ses côtes oblitérées, formant des faisceaux de stries et disparaissant quelquefois presque complétement; elle ressemble, sous ce dernier rapport, aux nos 3 et 5, mais sans

que les côtés présentent aucune différence entre elles, et sans aucun vestige de pointes. Cette variété n'est figurée nulle part.

Nombre des exemplaires. 11

Les six variétés qui précèdent sont des formes types, différant assez entre elles pour pouvoir être séparées en groupes; celles qui vont suivre sont des combinaisons et des passages entre ces six premières.

N° 7. Cette variété présente sur le même individu le passage du groupe n° 1 au groupe n° 3. J'ai déjà signalé cette réunion (voyez *Bulletin de la Soc. géol.*, 2e série, t. XII, pl. 2, fig. 4). Ici, il y a deux sous-variétés: dans la première, identique avec la figure citée, les tours intérieurs sont parfaitement conformes à l'*A. spinatus*, Brug. normal avec le rapport 1,20, mais au dernier tour le dos s'arrondit et il apparaît de fortes pointes latérales qui laissent 1 à 2 côtes lisses pour intervalle. Dans la seconde, les caractères des deux variétés existent simultanément; le tour est carré comme chez l'*A. spinatus* Brug., mais il y a de fortes pointes latérales laissant entre elles, comme chez l'*A. amaltheus spinosus* Quenst. une à deux côtes sans pointes et oblitérées. On pourrait à la rigueur distinguer une troisième variété : le dos y est passablement arrondi, les côtes sont nettement formées, sur chacune d'elles existe, à 0,40 de la quille (1), une pointe peu développée.

Nombre des exemplaires. 30

N° 8. Passage du n° 2 au n° 3 ; l'épaisseur du n° 2 est beaucoup augmentée jusqu'à arriver au chiffre 1,06, comme rapport entre la largeur et l'épaisseur; le dos est arrondi, la quille quelquefois saillante; les côtes sont maintenues égales et non oblitérées et il n'y a point de tubercules; quelques individus n'offrent d'autre différence avec le groupe n° 9 qu'une plus grande épaisseur.

Nombre des exemplaires. 17

N° 9. Passage du n° 2 au n° 4; généralement les tours intérieurs ne sont pas modifiés, le dernier tour prend un plus prompt accroissement en largeur; les côtes deviennent plus flexueuses et plus inclinées en avant et subissent quelquefois un commencement d'oblitération vers le dos. Il y a des individus qui approchent beaucoup du n° 4;

(1) La largeur du tour pris comme unité.

ceux qui sont le plus dans ce cas ont le dos très tranchant avec un rapport de la largeur à l'épaisseur du tour de 1,85.

Nombre des exemplaires. 65

N° 10. Passage du n° 2 au n° 5. Forme peu épaisse et à dos tranchant. Le jeune âge, jusqu'au diamètre de 35 millim., est semblable au n° 2. Vers la moitié du dernier tour, où le rapport de la largeur à l'épaisseur est de 1,51, ce tour augmente plus promptement sa largeur, et il s'élève sur son milieu de fortes pointes. Les côtes penchent plus en avant, celles intermédiaires qui ne portent pas de pointes s'oblitèrent, et ainsi l'espèce du n° 5 est très bien constituée; certains individus ne diffèrent du groupe n° 9 que par les pointes.

Nombre des exemplaires. 22

N° 11. Intermédiaire entre le n° 3 et le n° 5. Dans cette dernière variété les pointes sont placées au milieu de la largeur du tour; dans la première les pointes sont plus rapprochées du dos. Dans la variété présente ces pointes occupent une position intermédiaire, de manière à relier complétement sous ce rapport le n° 3 et le n° 5.

Nombre des exemplaires. 54

Discutons maintenant les différentes variétés dont je viens de faire l'énumération.

Les échantillons du groupe n° 1, que j'appelle *A. spinatus* normal, présentent entre eux de grandes différences quant au rapport de la largeur et de l'épaisseur du tour, puisque ce rapport varie de 0,833 à 1,179, la largeur étant 1. Ces grandes variations ne doivent pas étonner; elles se présentent presque toujours quand on a devant soi un grand nombre d'échantillons de la même espèce. L'écart pour le cas présent serait encore augmenté si aux matériaux de Sentheim j'ajoutais ceux d'autres localités; ainsi, dans le mémoire déjà cité (1) j'ai donné la mesure d'une *A. spinatus* de Silzbrunnen avec 70 millimètres de diamètre où ce rapport descend jusqu'à 0,756. Voici encore quelques autres chiffres qui montreront que ces variations existent un peu partout.

Échantillon de Curcy, (Calvados). . .	Diamètre 118,	rapport 1,160
Autre de la même localité.	» 122,	» 0,925

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XII, p. 118.

Exemplaire décrit dans la paléontologie de M. d'Orbigny	Diamètre	135,	rapport 1,120
Figure de Zieten, pl. 4	»	51,	» 0,919
A. costatus, *spinatus* de M. Quenstedt, pl. 5, fig. 10.	»	43,5,	» 0,880
A. costatus nudus du même auteur	»		1,410

Il me serait facile de présenter 25 ou 30 exemplaires d'*A. spinatus* qui se trouveraient également espacés, quant au rapport en question, entre les deux limites de 0,756 et 1,579, et formeraient ainsi, avec des différences graduées, une série de passages de la forme la plus épaisse à celle la plus mince; il ne peut donc pas être question de séparer ces formes variées pour en former deux groupes distincts, par leur état de compression ou de dépression et de motiver leur différence sur le sexe comme M. Quenstedt est disposé à l'admettre après M. Alc. d'Orbigny.

J'ai déjà parlé des individus sur lesquels on trouve à la fois l'*A. spinatus*, Brug., et l'*A. amaltheus spinosus*, Quenst. C'est un pareil échantillon de Silzbrunnen qui, il y a deux ans, a déterminé mon opinion sur la réunion des deux espèces et m'a fait écrire le mémoire déjà cité.

La variété n° 1 passe par degrés et d'une manière peu sensible à celle n° 2 ; il est impossible de fixer exactement la limite entre ces deux groupes et il y a tel échantillon qui peut aussi bien être placé avec l'un comme avec l'autre.

Dans le passage du n° 2 au n° 4 on arrive à des variétés extrêmes qui sont complétement identiques avec l'*A. margaritatus* du jeune âge, toujours plus épais que les adultes; on voit un bon exemple de ce passage dans la fig. 12, pl. 2 du mémoire de M. Oppel (*Der Mittlere Lias Schwabens*), mais qui est donné par cet auteur pour une *A. margaritatus*.

Les Ammonites que j'ai groupées sous le n° 8 et qui dérivent du n° 2 se présentent aussi avec un tubercule sur chaque côte, et sont alors identiques avec la figure 14, pl. 20 donnée par M. Quenstedt dans son ouvrage (*Der Jura*) sous le nom d'*A. amaltheus depressus*. Si dans cette variété l'épaisseur augmente et arrive au rapport 1,00 ; si, d'un autre côté, le dos n'est que faiblement arrondi, on arrive à une forme très rapprochée d'*A. spinatus* normal.

N° 6. Le test est conservé dans quelques-uns des échantillons de ce groupe; il est excessivement mince et orné de stries fines qui suivent les côtes dans leur direction ondulée et les recouvrent généralement. Ces stries n'existent que très rarement sur les moules; elles sont plus serrées vers l'ombilic où, sur un échantillon de 39 mil-

limètres de diamètre, j'en compte 3 par millimètre. Elles s'effacent plus ou moins sur le côté des tours pour redevenir plus apparentes sur le dos où, prolongées fortement en avant, elles forment la quille chevronnée. Ces stries me paraissent caractéristiques pour l'*A. margaritatus* et exister presque toujours quand le test est conservé. Je les ai reconnues bien nettement sur une *A. spinatus* de Curcy avec 122 millimètres de diamètre 0,925 de rapport de la largeur à l'épaisseur; je les retrouve également indiquées sur les *A. spinatus* de Silzbrunnen et sur les *A. amaltheus spinosus*, Quenst., de la même localité. Ce caractère n'est pas toujours reproduit dans les figures. M. Quenstedt (1) et d'Orbigny (2) l'ont bien indiqué; M. Oppel aussi le signale (3).

Si j'insiste sur ce nouveau signe de parenté entre *A. margaritatus* et *A. spinatus*, c'est que précisément l'échantillon sur lequel je comptais tout à l'heure les stries est un exemple merveilleusement apte à montrer le passage d'une espèce à l'autre; il a le dos presque carré, le recouvrement faible et l'accroissement lent des tours en largeur de l'*A. spinatus;* il a au contraire les côtes flexueuses, oblitérées et les stries d'accroissement de l'*A. margaritatus.*

N° 11. L'*A. amaltheus spinosus*, Quenst., que j'ai prouvé être une variété de l'*A. spinatus*, Brug., ne peut pas être séparé de l'*A. margaritatus tuberculeux*, Montf. La différence principale entre ces deux espèces consiste en ce que chez la première les pointes sont placées près du dos, tandis que chez la seconde elles le sont au milieu du tour. Mais ce caractère ne présente rien de stable; au contraire, on verra, par le tableau qui suit, que, depuis la limite extrême du plus grand rapprochement des pointes du dos à celle où elles sont placées dans le milieu du tour, il y a des échantillons pour toutes les positions intermédiaires. En mettant la largeur du tour = 1000, les chiffres suivants expriment les fractions dont les pointes seront éloignées du dos chez les *A. amaltheus spinosus*, Quenst.

Échantillon de Sentheim: c'est celui qui tient par la forme carrée de sa bouche de l'*A. spinatus*, et par ses pointes et ses côtes oblitérées de l'*A. amaltheus spinosus*.	0,201
A. spinatus, variété *c*; *Bulletin*, t. XII, pl. 2, fig. 2. . .	0,268
A. amaltheus spinosus, Quenst., *der Jura*, pl. 20, fig. 8. .	0,272
— de Sentheim.	0,315
— *Idem*	0,343

(1) *Petrefactenkunde Deutschlands*, pl. 5, fig. 11.
(2) *Paléontologie française*, pl. 67.
(3) *Der mittlere Lias Schwabens*, p. 43.

A. amaltheus spinosus, de Sentheim		0,350
—	*Idem*	0,361
—	*Idem*	0,370
—	*Idem*	0,428
—	qui m'a été donné par M. Quenstedt.	0,435
—	*Idem*	0,440
—	de Sentheim	0,450
—	*Idem*	0,446

Après cet exposé descriptif, je dois répondre à des objections qui m'ont été faites lors de la publication de mon mémoire *Sur une nouvelle variété de l'A. spinatus*, Brug. (1). Mes arguments serviront indirectement à établir ma nouvelle opinion.

M. Quenstedt m'a fait l'honneur de m'écrire pour me dire qu'il n'était pas de mon avis, et après avoir établi :

1° Que la variété que j'entendais donner comme nouvelle avait déjà été figurée et décrite par lui sous le nom d'*A. amaltheus spinosus ;*

2° Que cette variété devait être réunie à l'*A. spinatus*, Brug., il a indiqué les motifs suivants pour appuyer cette dernière opinion :

a. Que l'*A. spinatus*, Brug., a sa station dans une couche un peu plus élevée ou plus récente du lias que l'*A. margaritatus*, Montf.

b. Que des milliers d'exemplaires de l'*A. spinatus* lui ont passé par les mains, sans qu'il en ait jamais trouvé un seul à côtes oblitérées.

c. Que chez les *A. spinatus* les pointes ou tubercules, lorsqu'ils existent, se trouvent plus rapprochés du dos que chez l'*A. amaltheus spinosus.*

d. Que s'il n'a jamais observé les stries en spirale caractéristiques de l'*A. margaritatus*, sur l'*A. amaltheus spinosus*, cela s'explique par le motif qu'on ne trouve dans le Wurtemberg que la loge terminale de cette dernière.

e. Qu'il convient, ainsi que je l'avais établi, que les lobes des deux variétés que j'avais proposé de réunir étaient rapprochées, identiques même ; mais que cette circonstance ne modifiait pas son opinion.

Je vais examiner ces objections et chercher à les écarter ; mais avant tout, je dois convenir que M. Quenstedt a parfaitement raison dans son observation relative à la priorité. Quoique possédant l'ouvrage de cet auteur (*die Petrefactenkunde Deutschlands*), la figure de l'*A. amaltheus spinosus*, Quenst., qui s'y trouve pl. 5, f. 4, et qui est véritablement identique avec ma variété *c*, m'a échappé, et

(1) *Bulletin de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XII, p. 118.

j'exprime ici mes sincères regrets pour le tort que j'ai pu faire ainsi involontairement au savant wurtembergeois.

M. Quenstedt veut réunir son *A. amaltheus spinosus* à l'*A. margaritatus*, mais je voulais la réunir à l'*A. spinatus*. Les conclusions du présent travail tendant à établir que l'*A. spinatus* et l'*A. margaritatus* sont des variétés appartenant à la même espèce, nous finirons ainsi par avoir raison tous les deux.

Objection a. Je ne conteste pas que dans le Wurtemberg l'*A. spinatus* se trouve placé dans le lias δ, un peu plus haut que l'*A. margaritatus*. Ce fait, quand même il serait aussi constant que le veut M. Oppel, dans son savant travail sur le parallélisme des terrains jurassiques, ne nuirait guère à mon hypothèse, mais cette constance fait défaut, et cela même pour le Wurtemberg.

M. Oppel, dans l'ouvrage cité, partage le lias δ en trois subdivisions, dont la plus supérieure serait d'après lui la station de l'*A. spinatus*, et les deux inférieures celles de l'*A. margaritatus*. M. Quenstedt, au contraire, dans son ouvrage *Das Flœtzgebirge Wurtembergs*, dont la date ne détruit pas le grand mérite, cite l'*A. margaritatus* et l'*A. spinatus* dans le lias δ, et l'*A. spinatus* seul et sans l'accompagnement de l'*A. margaritatus* dans le lias γ, qui est la division inférieure du liasien chez M. Quenstedt. Si on prétendait expliquer cette contradiction entre les deux paléontologues, qui tous les deux connaissent si bien le Wurtemberg, par l'ancienneté relative de la publication du *Flœtzgebirge* (1843), d'autres localités offrent des faits encore plus éloignés de la théorie de M. Oppel. Ainsi à Silzbrunnen près Niederbronn, dans cette célèbre roche que les géologues allemands nous font l'honneur de comprendre dans le Jura de l'Allemagne, et qui a fourni les échantillons modèles de l'*A. Engelhardti*, d'Orb., on trouve, ainsi que M. Oppel le dit lui-même, cette dernière espèce réunie avec *A. spinatus* et *A. amaltheus spinosus*. Or, l'*A. Engelhardti* est considéré avec raison, par les savants wurtembergeois, comme une variété de l'*A. margaritatus*, la roche de Siltzbrunnen offre donc les *A. spinatus* et *margaritatus* au même niveau, et, eu égard à mon hypothèse, elle les offre dans les formes les plus extrêmes d'une même espèce, *A. Engelhardti* avec le rapport de la largeur à l'épaisseur de 3,10 et *A. spinatus* épais avec un rapport de 0,75.

Les six subdivisions établies par M. Oppel (1) dans le lias moyen ne sont d'après lui que paléontologiques. Cet auteur dit, que dans quelques localités on est réduit à ne faire que deux divisions du lias

(1) *Die Juraformation.*

moyen, qu'en France généralement on réunit d'un côté ses trois subdivisions inférieures, qui correspondent alors aux marnes à *Terebratula numismalis* de M. Quenstedt (lias γ) et de l'autre, les trois subdivisions supérieures, qui constituent alors les argiles à *A. amaltheus* de M. Quenstedt (lias δ). Mais à Mende (Lozère), et à Sentheim (Haut-Rhin), où j'ai pu étudier avec quelque détail les dépôts liasiques, les choses ne se sont pas passées ainsi; dans les deux localités il existe deux grandes divisions, quant à la nature de la roche: celle supérieure est constituée par une marne sans consistance, celle inférieure par un calcaire très solide. La limite entre ces deux grands étages tomberait, non pas entre la troisième et la quatrième subdivision de M. Oppel, mais entre la deuxième et la troisième (en comptant du haut, puisque l'*A. margaritatus* se trouve également dans les deux.

M. Quenstedt dans sa dernière publication (1), dit qu'il n'y a entre le lias γ et le lias δ qu'une limite arbitraire. Le travail de M. Oppel confirme jusqu'à un certain point cette opinion, puisqu'il résulte de ses tableaux des fossiles du Wurtemberg que, sur 82 espèces signalées en tout pour le lias moyen, 36 se rencontrent également dans ses trois subdivisions supérieures (lias δ) et dans ses trois subdivisions inférieures (lias γ). Sur ces 36 espèces vagabondes, 6 existent, les unes depuis le lias α, les autres depuis le lias β; 1 passe jusqu'au lias ζ, une autre même jusqu'au jura brun α. A ces 36 espèces, il y en a encore à ajouter 6 qui, sans monter dans le lias δ, commencent avec le lias soit α soit β; de manière qu'en fin de compte, sur 82 espèces il n'y en a que 40 qui restent fidèles à l'un des étages γ ou δ.

J'ajouterai que MM. Quenstedt et Oppel, dans leurs publications les plus récentes (2) ne sont pas d'accord sur la station d'un certain nombre d'espèces du lias moyen dans le Wurtemberg.

M. Quenstedt place :			M. Oppel :	
Ammonites Birchii, Sow.,	dans le lias	γ	dans le lias	β
Trochus anglicus, Sow.,	»	α	»	γ et δ
Trochus imbricatus, Sow.	»	δ	»	γ et δ
Turbo canalis, Mun.,	»	γ et δ	»	δ
Turbo cyclostoma, Benz.,	»	β, γ et δ	»	δ
Helicina expansa, Sow.,	»	γ	»	γ et δ
Scalaria liasica, Quen.,	»	γ	»	δ
Nucula complanata, Phill.,	»	β, γ et δ	»	δ
Nucula palmæ, Sow.,	»	β, γ et δ	»	γ, δ
Cucullea Munsteri, Goldf.,	»	β, γ, δ	»	γ, δ

(1) *Der Jura*, p. 163.
(2) *Der Jura, die Juraformation.*

M. Quenstedt place :			M. Oppel :	
Monotis inæquivalvis, Quenst.,	dans le lias	α	dans le lias	γ
Pecten velatus, Goldf.,	»	γ	»	δ
Plicatula spinosa, Sow.,	»	γ	»	γ, δ
Gryphæa cymbium, Sow.,	»	γ	»	δ
Terebratula calcicosta, Quenst.	»	β	»	γ
Terebratula oxynoti, Quenst.,	»	β	»	β, γ

La proportion du nombre des espèces qui passent ainsi dans plusieurs étages serait très probablement de beaucoup augmentée :

1° Si une critique, purement zoologique et indépendante des idées systématiques, venait à scruter les noms, et à réduire à des variétés ce qui aujourd'hui est compté comme espèce.

2° Si la comparaison entre les deux auteurs n'était pas rendue difficile et incomplète, parce qu'ils emploient souvent des noms différents pour la même espèce et que M. Quenstedt ne donne pas un développement suffisant à la synonymie.

3° Si ce dernier auteur n'avait pas créé, dans sa dernière publication (1) faite postérieurement à celle de M. Oppel, 97 espèces ou variétés nouvelles pour le lias, sur lesquelles il y a 20 Ammonites nouvelles.

A ces faits d'incertitude et d'irrégularité il y en aurait un bien plus grave à ajouter, s'il n'était pas à espérer qu'un nouvel examen fasse disparaître la grande anomalie qu'il présente. Je veux parler du lias dans les environs de Niederbronn, qui, tout en étant de la famille allemande, est singulièrement revêche. Ici, d'après la description géologique du Bas-Rhin par M. Daubrée, le lias est divisé en 5 étages, qui sont à commencer par le bas :

a. *Grès infraliasique.*
b. *Calcaire à Gryphæa arcuata.*
c. *Couches à Gryphæa cymbium.*
d. *Marnes à ovoïdes.*
e. *Marnes supérieures.*

En écartant les étages qui ne nous intéressent pas pour le moment, c'est-à-dire d'un côté *a* et *b*, qui répondent au sinémurien ou lias α et β du Wurtemberg, de l'autre l'étage *e*, qui correspond au jura brun α du Wurtemberg, caractérisé par un grand nombre d'*A. primordialis*, Schloth., chez d'Orbigny (*A. opalinus*, Voltz) et de *Trigonia navis*, Lamk., fossiles qu'à tort M. d'Orbigny sépare dans le *Prodrome* pour placer le dernier dans le liasien, tandis que les

(1) *Der Jura.*

2 appartiennent à son toarcien, après cette séparation donc, il reste les étages *c* et *d*, qui devront représenter le lias ν, δ, ε et ς du Wurtemberg. L'étage *c* est celui que nous offre la roche de Silzbrunnen et pour laquelle j'ai déjà signalé la réunion au même niveau de l'*A. spinatus*, Brüg., et plusieurs variétés de l'*A. margaritatus*, Montf. Les espèces, indiquées dans l'ouvrage cité pour cet étage, sont généralement exactes; j'en possède, pour les avoir recueillies moi-même, la plus grande partie. Sur 38 de ces espèces que j'ai pu comparer à celles citées par les auteurs du Wurtemberg il y a du lias α 1, du lias β 1, du lias α à ν 2, du lias α à δ 1, du lias ν 11, du lias ν et δ 8, du lias δ 8, du lias ε 2, du jura brun 4. Total, égal 38.

La concordance des espèces, sans être rigoureuse comme le voudrait M. Oppel, existe cependant ici à peu près autant qu'on peut raisonnablement l'espérer entre des localités déjà assez éloignées; mais l'étage *d*, qu'une note de l'ouvrage cité page 144, indique comme l'équivalent des *marnes à A. jurensis* ou lias ς de M. Quenstedt, est loin d'offrir une correspondance aussi consolante. En comparant les espèces et variétés de l'étage *d*, sur l'identité desquels il n'existe pas de doute, à celles des auteurs du Wurtemberg, on trouve chez ces derniers le classement suivant :

Lias α 1, lias ν 3, lias ν et δ 4, lias ν à ε 1, lias δ 1, lias ε 1, lias ε et ς 3, lias ς 44, jura brun 3. Total 31.

Sans mettre trop d'importance dans le chiffre des espèces propres au lias ς, et qui pourrait être réduit si on ne comptait ici que des espèces et non aussi des variétés, l'anomalie à signaler consiste : 1° en ce que cet étage renferme des Ammonites qui généralement, soit dans le Wurtemberg, soit dans tous les gîtes français que j'ai eu occasion d'observer par moi-même, sont caractéristiques de la division inférieure du lias moyen (lias ν), comme *A. Davœi*, *Henleyi*, *Loscombi*, *fimbriatus*, *planicosta ;* 2° en ce qu'il renferme également les espèces habituelles au lias supérieur (lias ς), comme *A. jurensis*, *radians*, *insignis*, *Germaini ;* 3° et que les Ammonites, qui, ailleurs, ont leur station entre le lias ν et celui ς, c'est-à-dire dans le lias δ, comme *A. spinatus* et *A. margaritatus*, se rencontrent dans l'étage *c* inférieur à celui *d* et que la position de ces Ammonites est donc ici intervertie.

M. Oppel signale avec une certaine satisfaction que M. Marcou, dans le Jura salinois, assigne à l'*A. margaritatus* une station inférieure à celle de l'*A. spinatus*, mais il ne dit pas que cet auteur place les *A. raricostatus*, Ziet., et *Turneri*, Sow., dans le lias moyen (lias ν), tandis que dans le Wurtemberg ces deux Ammonites sont

propres au lias inférieur (lias β); M. d'Orbigny, dans le *Prodrome*, suit ce dernier classement. Voilà donc une nouvelle preuve que les limites entre lias β et lias γ ne sont pas partout aussi nettement tracées que dans le Wurtemberg.

Pour clore la liste des localités, où les choses se passent un peu autrement que dans le Wurtemberg, je dois ajouter celle de Sentheim, où les *A. spinatus* et *margaritatus*, avec leurs variétés, gisent ensemble au même niveau. Pour constater ce fait matériellement, j'extrairai des quantités que j'ai collectées celles qui, sans conteste et de l'avis de tout le monde, appartiennent à l'une ou à l'autre de ces deux espèces. Nous aurons ainsi, pour représenter l'*A. spinatus*, le groupe n° 1, composé d'un nombre d'échantillons de 209

Pour représenter l'*A. margaritatus*, nous aurons :

Groupe n° 3,	échantillons.	61
— 4,	*id.*	8
— 5,	*id.*	110
— 11,	*id.*	54
	Total.	233

Il entre, dans la composition de chacun de ces groupes, aussi bien des échantillons à surface irisée que de ceux pyritisés; je laisse de côté le groupe n° 2 et ses dérivés, puisque ce serait décider la question par la question. Il convient d'ajouter, pour détruire une échappatoire, que sur les 8 échantillons du groupe n° 4 qui sont des *A. margaritatus* dans l'état normal, 3 appartiennent aux marnes supérieures, c'est-à-dire à Ammonites irisées, et 5 au schiste marno-argileux noir à Ammonites pyritisées.

Je me suis laissé entraîner à une longue digression : mais, outre que je tenais à répondre à une objection capitale de M. Quenstedt, je voulais aussi appeler l'attention sur les inconvénients qui résultent des subdivisions trop multipliées et pour ainsi dire micrométriques.

Je dois protester ici contre toute intention d'avoir voulu, dans ce que j'ai dit, jeter de la défaveur sur les travaux de MM. Quenstedt et Oppel, ni amoindrir en rien le mérite de savants qui, avec plusieurs autres travailleurs, ont su mettre à profit les riches matériaux de leur patrie pour porter la lumière dans la paléontologie du jurassique. C'est à eux qu'on doit incontestablement les notions les plus exactes sur ces terrains.

Objection b. — Les *A. spinatus* et *amaltheus spinosus* gisent ensemble et passent l'une à l'autre dans les localités de Silzbrunnen

(Bas-Rhin) et de Sentheim (Haut-Rhin). Ces gîtes ne sont pas éloignés de Tubingen; dans un jour de voyage, le savant professeur de cette université pourrait se convaincre de ce que j'avance. Mais nier un fait rien que parce qu'il n'existe pas dans le Wurtemberg, ou plutôt parce qu'on n'a pu encore mettre la main dessus, c'est aller trop loin dans les préventions patriotiques.

Objection c. — Pour réfuter ici M. Quenstedt, je n'aurai qu'à citer ses propres figures, pl. 5, de *Petrefactenkunde Deutschlands*. Ainsi, en adoptant comme unité la largeur du tour et mettant en rapport avec cette largeur l'éloignement des pointes ou tubercules de la quille,

on trouve pour *A. amaltheus spinosus*, fig. 46. . . . 0,28
— *A. costatus spinatus*, fig. 10 0,27

Cet écart, qui n'est que d'un centième, ne peut pas constituer une différence spécifique; d'ailleurs, en examinant sous ce rapport mes échantillons, je trouve plusieurs *A. amaltheus spinosus*, et surtout ceux qui établissent le passage avec *A. spinatus*, avec le rapport de 0,20 et beaucoup d'*A. costatus*, par contre ayant celui de 0,30.

Si maintenant, et en général, l'*A. costatus spinatus*, Quenst., ou plutôt l'*A. spinatus*, Brug., normal, a les pointes plus près du dos que l'*A. amaltheus spinosus*, Quenst., y a-t-il là quelque chose de bien étonnant? Quand on compare entre elles les *A. Engelhardti*, d'Orb., et *A. amaltheus spinosus*, Quenst., réputés appartenir les deux à la même espèce, quand on voit une bouche d'une largeur triple à son épaisseur passer à une forme circulaire; quand on voit les surfaces latérales des tours presque lisses prendre de grosses pointes; quand de toute la forme primitive il ne reste rien, absolument rien qu'une certaine analogie dans la disposition des lobes, peut-on mettre de l'importance dans le plus ou moins grand éloignement des pointes du dos et donner à cette circonstance une valeur spécifique?

D'ailleurs j'ai fait voir que dans les passages entre l'*A. amaltheus spinosus* et l'*A. amaltheus gibbosus* du groupe n° 11, l'éloignement des pointes de la quille passe par tous les degrés depuis le rapport 0,20 jusqu'à celui de 0,50.

Nous trouverons encore une nouvelle preuve du peu de constance du caractère dont il est question, dans une jeune Ammonite publiée par M. Oppel, pl. 2, fig. 11 de l'ouvrage *der mittlere Lias Schwabens*. Ici les pointes très longues prennent leur origine sur le bord du dos, faiblement bombé; elles sont pour ainsi dire au niveau de la quille. M. Oppel classe cet échantillon dans l'espèce *margaritatus*,

mais, si l'objection que je discute ici avait quelque valeur, il faudrait nécessairement le classer dans l'espèce *spinatus*.

Objection d. J'ai repassé avec une grande attention, et m'aidant de la loupe, tous mes échantillons de Sentheim : voici ceux sur lesquels j'ai pu reconnaître des stries en spirales.

Groupe n°	2, 1	échantillon sur.	272
—	4, 8	*id.*	8
—	5, 6	*id.*	110
—	8, 1	*id.*	17
—	9, 1	*id.*	65
—	10, 1	*id.*	22
—	11, 3	*id.*	54

La proportion des individus qui sur le nombre total de chaque groupe montrent des stries, ne peut pas être prise ici dans un sens rigoureux.

Ces stries, ainsi que M. Quenstedt l'a indiqué le premier, je crois, sont un élément de la surface embrassante des tours, et elles ne peuvent donc se voir que là où une partie du tour recouvrant a été enlevée. Il faut ajouter à cela que les stries ne peuvent être visibles que quand le test, sur lequel elles restent attachées, a été conservé. Il résulte de cela que pour tirer une conclusion exacte des chiffres indiqués, il faudrait commencer par écarter du total de chaque groupe les échantillons qui ne remplissent pas les deux conditions que je viens d'indiquer. Comme cependant les échantillons sont en grand nombre, que tous les groupes sont dans les mêmes conditions de conservation et d'intégrité, la proportion indiquée, considérée comme moyenne, me paraît également avoir sa signification.

A l'exception des individus du groupe n° 4, les stries sont marquées avec peu de netteté; sur ceux des autres elles paraissent comme incomplètes et avortées. Un grand nombre d'échantillons des groupes qui, sans conteste, appartiennent à l'*A. margaritatus*, comme ceux des n°s 3, 5, 9, 11, dont le test est si bien conservé qu'il offre les détails les plus délicats des stries d'accroissement, et sont du reste dans les conditions indiquées, ne montrent pas de traces de stries. Cela est d'autant plus étonnant que les huit exemplaires du n° 4, quoique tous fragmentaires, montrent les stries d'une manière fort nette.

Si ces faits font naître des doutes sur la constance de ce caractère, il y en a d'autres à ajouter qui ne viendront pas les démentir.

1° M. Alc. d'Orbigny, dans sa description de l'*A. margaritatus* ne parle pas de ces stries; sa figure non plus n'en montre aucun indice;

cela donne lieu à supposer qu'elles n'existent pas sur toutes les variétés, ou dans toutes les localités.

2° Je possède un bel échantillon de l'*A. margaritatus* de Pont-de-Landes (Calvados) dont les mesures et les lobes ont été indiqués et publiés par moi (1). Sur un des côtés, le test n'existe pas; sur l'autre il est changé en spath, mais il y est d'une belle conservation qui ne laisse échapper aucun des détails dont il est orné; les lobes existent jusqu'à l'extrémité du dernier tour : l'échantillon est donc dans les conditions voulues pour laisser apparaître les stries en spirale; mais on n'en aperçoit pas le moindre vestige. Le côté du tour est orné de 25 très légères côtes longitudinales arrondies et à peine saillantes, s'écartant un peu en approchant de l'ombilic. Sous ce rapport l'échantillon est d'une identité parfaite avec la figure d'*A. Engelhardti* chez d'Orbigny, mais elle en diffère par sa plus grande épaisseur (rapport 2, 35) et par des côtes rayonnantes encore assez bien marquées. Les légères côtes longitudinales, d'ailleurs beaucoup plus larges et beaucoup moins aiguës que les stries en spirales de M. Quenstedt, s'étendent jusqu'au bord de l'ombilic et occupent des parties du tour qui n'ont jamais été recouvertes; elles n'ont donc absolument rien de commun avec les stries.

3° La localité de Silzbrunnen m'a fourni des *A. amaltheus spinosus* Quenst. très bien conservées; le test y est dans son intégrité; sur deux individus qui sont dans les conditions voulues, l'un seulement présente les stries, l'autre n'en offre pas la moindre trace.

4° J'ai déjà parlé de M. Alc. d'Orbigny; parmi les autres auteurs qui ont publié des figures de l'*A. margaritatus*, je ne connais que M. Quenstedt qui ait fait ressortir l'existence de ces stries; on n'en voit point chez Sowerby, Bronn, Zieten, Oppel. Cette absence, dans les figures, d'un caractère assez évident pour qu'aucun dessinateur n'aurait pu ne pas le voir et ne pas le reproduire quand il existe franchement, me paraît encore un argument en faveur de son inconstance.

En résumant mes observations sur les stries en spirale, je dirai :

a. Que ce caractère n'est pas constant, qu'il est propre à certaines variétés où il est bien développé, que dans d'autres il est peu net et atrophié, enfin que dans d'autres encore il manque complétement.

b. Que la présence ou l'absence de ce caractère n'est probablement pas déterminée seulement par la forme des variétés, mais aussi

---

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e sér., t. XII, p. 118.

par les conditions particulières de vitalité dans lesquelles ces dernières se sont trouvées.

c. Que par ces motifs les stries ne peuvent pas servir d'une manière absolue à séparer l'*A. margaritatus* des autres espèces.

Objection e. — L'étude des lobes d'un grand nombre d'Ammonites m'a fait revenir sur l'importance et la constance que j'attribuai à ce caractère, opinion qu'avaient naturellement fait surgir en moi les descriptions minutieuses et très détaillées des lobes que, dès mon début, j'ai trouvés dans les principaux ouvrages de paléontologie. Aujourd'hui, tout en reconnaissant la grande utilité des lobes pour la détermination des espèces, je crois cependant que, pour se servir de ce caractère, il faut rester dans les généralités, qu'il faut considérer principalement le lobe dorsal qui est symétrique, et ses rapports avec les lobes latéraux et axillaires; que quelquefois aussi le lobe ventral, quand on réussit à le voir, peut avoir son importance, ainsi que M. Quenstedt a été le premier à le montrer; mais qu'admettre la constance des lobes latéraux, et s'attacher à leur description minutieuse, ne peut conduire qu'à des résultats inexacts et arbitraires.

A l'appui de ce que je viens d'avancer, j'ai montré ailleurs (1) les grandes variations auxquelles sont sujets les lobes latéraux de la même espèce; j'ai montré dans un travail plus récent, non encore publié, combien peu on devait se fier au caractère de la terminaison paire du lobe latéral supérieur. Dans le mémoire imprimé que je viens de citer, j'ai fait remarquer la grande analogie qui existait entre les lobes des *Ammonites margaritatus* et *spinatus* de la paléontologie française, ainsi que la grande différence qu'offraient les lobes de l'*A. margaritatus* du même ouvrage, presque identiques avec ceux publiés par M. de Buch, avec les lobes de la même espèce, forme normale, dessinés par moi. Je puis maintenant appeler l'attention sur la ressemblance de la figure 12 représentant les lobes d'une *A. spinatus* avec les figures 7 et 8 représentant les lobes des deux *A. margaritatus*. S'il reste entre ces trois figures quelque différence, à part celle qu'amène l'âge, elle est beaucoup moins grande, cela est évident, que la différence qui existe entre les lobes fig. 10 d'un côté, et les lobes fig. 7 et 8 de l'autre, qui appartiennent, non-seulement à la même espèce, mais à la même variété, c'est-à-dire à l'*A. amaltheus nudus* Quenst. Il me semble donc que, pour peu qu'on attache quelque importance aux lobes, on doit attribuer les fig. 12, 7 et 8 à la même espèce. J'ajoute encore que la fig. 17. représentant les lobes

(1) *Bulletin Soc. géol.*, 2e sér., t. XII, pl. 3.

de l'*A. amaltheus spinosus*. Quens'., est très rapprochée de la figure 12.

M. Quenstedt, tout en convenant que les lobes de l'*A. spinatus* et de l'*A. amaltheus spinosus*, figurés sur la planche déjà citée, sont très ressemblants et presque identiques (*sehr aehnlich und fast gleich*), ne veut cependant pas que cette circonstance décide la question. Cela me paraît une inconséquence; car si, dans l'opinion de M. Quenstedt, les lobes avaient aussi peu de valeur comme caractère, on ne comprendrait pas pourquoi il se serait donné tant de peine pour les faire figurer, souvent avec beaucoup d'exactitude et de soins, dans ses publications, après les avoir peints lui-même sur les échantillons.

Pour résumer l'exposé que je viens de faire et pour conclure, je dirai :

1° A Sentheim et à Mende, le lias moyen est divisé minéralogiquement en deux grands étages; celui supérieur, qui est marneux, renferme au même niveau les *A. spinatus* et *margaritatus* avec leurs variétés, qui sont surtout nombreuses dans la première de ces localités. A Silzbrunnen, cette division n'existe pas; la couche qui renferme les mêmes variétés d'Ammonites au même niveau, avec d'autres fossiles, constitue le lias moyen dans son ensemble (lias ν et δ). Ces faits montrent qu'on ne peut pas s'appuyer sur l'argument : que les *A. margaritatus* et *spinatus* se rencontrent dans des subdivisions distinctes, pour empêcher leur réunion en une seule espèce.

2° A Sentheim et à Silzbrunnen, ces deux espèces, par de nombreuses combinaisons, passent tellement l'une à l'autre qu'il est de toute impossibilité de les séparer. Si on voulait, par exemple, isoler le groupe n° 2, on ne saurait en faire une espèce à part, puisqu'il est lié intimement soit à l'*A. spinatus*, soit à l'*A. margaritatus*.

3° Le plus ou le moins grand éloignement, auquel les pointes ou tubercules de certaines variétés sont placés de la quille, ne peut servir de caractère spécifique; car ce caractère n'est pas constant, et oscille entre les deux extrêmes de 0,20 et 0,50.

4° Les stries en spirale sont loin de constituer un caractère immuable propre à l'*A. margaritatus*. Je ne répéterai pas ici tous les arguments que j'ai fait valoir en faveur de cette opinion; je rappellerai seulement la circonstance que sur cinq auteurs, dont je connais les figures d'*A. margaritatus*, un seul a fait représenter ces stries.

5° La comparaison des lobes de l'*A. spinatus* avec ceux de l'*A. margaritatus* est entièrement favorable à la réunion des deux espèces. On doit mettre une certaine importance dans cette circonstance, si on fait attention que ce caractère est le seul constant à travers les variations très grandes de forme que subit l'*A. margaritatus* des auteurs.

6° Cette différence de forme entre les variétés extrêmes de l'*A. margaritatus*, comme celle entre l'*A. amaltheus spinosus*, d'un côté, et *A. amaltheus gigas* (*A. Engelhardti*, d'Orb.), de l'autre, est telle qu'une fois qu'on a admis que la même espèce peut se modifier aussi considérablement, il n'y a plus qu'un très petit pas à faire pour y réunir l'*A. spinatus*, beaucoup moins éloignée du reste d'*A. amaltheus spinosus* que cette dernière ne l'est de l'*A. amaltheus gigas.* La comparaison des deux dernières variétés nous montre : pour la première, une bouche circulaire, avec un rapport de la largeur à l'épaisseur de 1,00, un recouvrement de 0,30, un diamètre de l'ombilic de 0,47, des côtes et des fortes pointes sur les côtés, enfin une quille chevronnée ; pour la seconde, une forme discoïdale, avec un rapport de 3,10, un recouvrement de 0,58, un diamètre de l'ombilic de 0,20, point de côtes en travers ni pointes, mais de très légères côtes longitudinales régnant de la quille à l'ombilic, enfin point de quille chevronnée. D'aussi énormes différences font paraître insignifiantes et mesquines celles que M. Quenstedt a signalées entre l'*A. spinatus* et l'*A. amaltheus spinosus*.

La série graduée de chiffres qui exprime le rapport de la largeur à l'épaisseur des tours chez l'*A. spinatus*, et dont les limites sont 0,756 et 1,579, peut être continuée avec des échantillons appartenant à l'*A. margaritatus* des auteurs, sans lacune ni soubresaut, jusqu'au rapport de l'*A. Engelhardti*, qui est de 3,10.

En face des détails de comparaison dans lesquels je viens d'entrer, l'argument tiré de la différence de forme pour séparer les *A. spinatus* et *A. margaritatus* s'évanouit, et les motifs qui militent directement pour la réunion en reçoivent d'autant plus d'importance ; tels sont les nombreux passages d'une espèce à l'autre, l'analogie des lobes, l'identité de la quille chevronnée et la station au même niveau.

7° La succession, dans les couches géologiques, des différentes variétés de l'Ammonite dont il est ici question, ne se présente pas partout dans un ordre identique et subit quelques modifications, suivant les localités. Mais, en général, on peut admettre que l'espèce a commencé à paraître sous la forme de l'*A. margaritatus* normal dans la division inférieure du lias moyen (lias ν). Dans le cours des âges géologiques, l'espèce a pu se modifier; elle a passé par les variétés à pointes et est arrivée à l'*A. spinatus*, qui caractérise souvent la division supérieure du lias moyen (lias δ) et quelquefois ses assises les plus récentes. Mais, dans beaucoup de localités, la forme originaire et normale de l'*A. margaritatus*, accompagnée d'un plus ou moins grand nombre de variétés, a continué de vivre simultanément avec l'*A. spinatus.* Il est à supposer que les milieux et les circon-

stances, plus ou moins favorables au développement de ces Ammonites, ont eu leur influence sur la multiplication des variétés, soit quant à leur nombre, soit quant à leur sorte particulière (1).

---

(1) Depuis que la rédaction du travail qui précède est terminée, j'ai eu connaissance d'un mémoire de M. Pfaff, sur le lias de la Franconie, dans lequel il est fait allusion à la difficulté de séparer comme espèces les *A. spinatus* et *margaritatus*. Ce mémoire se trouve dans *Neues Jahrbuch*, année 1857, p. 1. Dans les localités étudiées par cet observateur, les Ammonites font complétement défaut dans le lias γ (partie inférieure du lias moyen); elles se trouvent au contraire en abondance dans le lias δ (partie supérieure du lias moyen). Ici on rencontre l'*A. margaritatus* normal et avec elle des formes qui ne peuvent se ranger ni avec celle-ci ni avec l'*Amm. spinatus*, et qui tiennent le milieu entre ces deux espèces; M. Pfaff les compare à *A. costatus nudus*, Quenst., dont elles ont le rapport entre la largeur et l'épaisseur des tours (1,42); mais la bouche n'est pas carrée comme chez cette dernière variété.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A ANGOULÊME,

Du 6 au 14 septembre 1857.

Séance du dimanche 6 *septembre* 1857.

Les membres de la Société géologique de France présents à Angoulême se sont réunis à l'hôtel de France, à midi.

Ces membres sont :

MM.

Arnaud,
Beltrémieux,
Bertrand-Geslin,
Boreau,
Coquand,
Delanoüe,
Désoudin,

MM.

Gaudry (Albert),
Marès (Paul),
Michelin,
Moreau (de Saintes),
Nanclas (de),
Tilly (de),
Triger.

Un nombre considérable de notabilités de la ville d'Angoulême, étrangers à la Société, ont accompagné les membres dans leurs excursions ou ont assisté aux réunions publiques. Parmi elles, on a surtout remarqué :

MM.

Abbadie père, architecte;
Allusse, directeur de la succursale de la Banque de France;
Allnet, pharmacien;
Barbaud de Chémant, rentier;
Basque, chef de division à la préfecture;
Béran, juge de paix;
Blanchet, professeur licencié;

MM.

Brasiez, architecte du département;
Bourrisseau, propriétaire, à Saint-Amand-de-Boixe;
Buzard, secrétaire de l'Académie;
Castaigne, bibliothécaire;
Chancel (de), président du Conseil général de la Charente;
Chapelle, avocat;

MM.

Chapelle, docteur;
Condamy, pharmacien, à Cognac;
Cousseau, évêque d'Angoulême, et plusieurs ecclésiastiques;
Dulignon fils, pharmacien;
François, agent voyer de la ville d'Angoulême;
Gigou, docteur;
Jure, conseiller à la Cour impériale de Bordeaux;
Jolly, avocat;
Lambert, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Lefraise, journaliste;
Levallois, docteur;
Liédot, payeur du département;
Malagou, négociant;
Marchand, littérateur;
Marussen, chef de division à la préfecture;

MM.

Masfrand, inspecteur de l'instruction primaire;
Massonneau, pharmacien;
Raballet, chef d'institution;
Riberolle (de), propriétaire à Rivière;
Ricard, docteur;
Rivaut, agronome,
Rochebrune (de) père;
Rochebrune (de) fils;
Rogé, pharmacien;
Supérieur (le) du petit séminaire de Richemont;
Sazerac (de), adjoint au maire;
Sazerac (de), propriétaire;
Sazerac (Adhémar de), propriétaire;
Sicaud, pharmacien;
Vallier, propriétaire;
Vigneron, docteur.

M. Michelin ouvre la séance. On procède à la formation du Bureau qui doit rester en exercice pendant la session extraordinaire.

M. Coquand est nommé Président;
M. A. Gaudry est nommé Secrétaire.

M. Coquand vient occuper le fauteuil; il remercie la Société de l'honneur qu'elle lui confère, en le nommant Président de la session extraordinaire à Angoulême. Avant de commencer la série des études que la Société doit entreprendre sur la Charente, il se fait un devoir de payer un tribut de regret et de reconnaissance à la mémoire de M. Alcide d'Orbigny, dont les grands travaux paléontologiques ont eu originairement pour théâtre les départements des deux Charentes. Il déplore, au nom de la Société géologique de France, que ce savant ait été si prématurément enlevé aux sciences dont il a reculé les limites.

La Société s'associe pleinement aux sentiments de M. le Président, et elle émet le vœu que l'expression en soit consignée au procès-verbal.

La Société, sur les indications de MM. Coquand, de Rochebrune et Arnaud, fixe l'itinéraire de ses courses :

1er jour, dimanche. Étude du plateau d'Angoulême.

2e jour, lundi. Courses dans les tranchées du chemin de fer et sur les collines des alentours d'Angoulême.

3e jour, mardi. Excursion à Cognac; on passera par Jarnac, et l'on suivra la rive droite de la Charente.

4e jour, mercredi. Exploration des environs de Cognac et de la région dite Pays-Bas.

5e jour, jeudi. Retour de Cognac à Angoulême par la rive gauche de la Charente; on touchera à Sainte-Même et à Chateauneuf.

6e jour, vendredi. Course à Montmoreau et à Chalais.

7e jour, samedi. Course à Barbezieux et à Lamérac.

La Société décide qu'elle tiendra une séance publique lundi soir, à sept heures et demie.

La séance est levée à une heure.

Séance du lundi 7 septembre 1857.

PRÉSIDENCE DE M. COQUAND.

La séance est ouverte à sept heures et demie du soir, au milieu d'un concours considérable, dans la grande salle de l'hôtel de ville, que M. le Maire a eu l'obligeance de mettre à la disposition de la Société.

Le procès-verbal, dont M. Albert Gaudry donne lecture, est mis aux voix et adopté.

Monseigneur Cousseau, évêque d'Angoulême, présent à la séance, est prié d'occuper un fauteuil d'honneur à la droite du Président.

M. le Président, au nom de la Société géologique de France, remercie monseigneur l'évêque d'Angoulême de l'honneur qu'il fait à la Société en daignant assister à ses séances. Pour les hommes de science, dit M. Coquand, auxquels est dévolue la tâche difficile de sonder les mystères de l'histoire de notre vieille

terre, c'est un encouragement flatteur que de voir les membres éminents du clergé français s'associer à leurs travaux.

Monseigneur Cousseau répond que ses goûts l'ont toujours porté vers l'étude de la nature, et qu'il est heureux de rencontrer une occasion d'entendre discuter des questions délicates de science par les membres d'une Société aussi justement célèbre que la Société géologique de France.

M. François, agent voyer de la ville, fait hommage aux membres de la Société d'une série de fossiles crétacés recueillis par lui dans la Charente. M. le Président le remercie de cet acte de libéralité.

M. de Rochebrune dépose sur le bureau deux échantillons très beaux du *Sphærulites foliaceus* provenant des environs d'Angoulême. Des remerciements sont adressés par M. le Président à M. de Rochebrune.

M. Avril, graveur, a envoyé à M. le Président une lettre par laquelle il le prie de présenter aux géologues réunis à Angoulême un spécimen de carte géologique, coloriée suivant un procédé nouveau très économique. M. le Président exprime le désir que la confection des cartes coloriées puisse s'opérer dorénavant à des prix modiques, de manière qu'elles puissent se répandre davantage, car elles sont la base de toute étude approfondie de la géologie descriptive.

M. Delanoüe lit une notice biographique sur le chimiste Chabanneau, originaire de la Dordogne.

M. Coquand est prié de rendre compte des courses entreprises par la Société dans les journés du 6 et du 7 septembre. Avant d'en faire l'exposé, M. Coquand met sous les yeux de ses collègues une minute achevée de la carte géologique de la Charente, à laquelle il a consacré huit années consécutives.

Le relief et l'échelle sont empruntés aux cartes topographiques de l'État-major. Ce travail restera exposé dans la salle des séances pendant toute la durée de la session, afin que les géologues et le public puissent suivre avec plus de facilité les questions qui seraient l'objet de quelques discussions. M. Coquand appelle l'attention sur les points qui ont été déjà explorés, et il fait remarquer que le terrain crétacé forme à partir d'Angoulême même une bande non interrompue, qui d'un

côté se dirige vers le département de la Dordogne, et de l'autre vers le littoral de l'Océan, où l'on peut en étudier des coupes très intéressantes dans les environs de Rochefort et de Fouras, ainsi que dans les îles d'Aix et d'Oleron. Cette formation, qui remplit un des premiers rôles dans la constitution du sol des deux Charentes, est séparée de la craie du bassin de la Seine et de la Loire par des formations plus anciennes que la mer crétacée n'a point recouvertes, de sorte qu'il est facile de s'assurer que la craie des deux Charentes est une dépendance du bassin pyrénéen. C'est sous Angoulême que commencent les Pyrénées géologiques. Un simple coup d'œil jeté sur la *Carte géologique de la France* suffit pour établir l'évidence de ce fait. M. Coquand se borne pour le moment à ces aperçus généraux, se réservant de fournir, dans les discussions ultérieures, des développements plus étendus, et pour les détails renvoyant le lecteur aux deux mémoires qu'il a publiés dans le présent volume.

La Société a consacré une partie de la journée du dimanche à la reconnaissance du plateau sur lequel est assise la ville d'Angoulême. Elle s'est rendue d'abord à l'abreuvoir public, sur les bords de la Charente, où elle a constaté, depuis le niveau de la rivière jusqu'aux bancs qui supportent Angoulême :

1° Un système d'argiles bleues (*argiles tégulines*), caractérisé par une grande abondance d'*Ostrea biauriculata* et *plicata*. Ces argiles correspondent aux marnes à ostracées de M. d'Archiac, et dessinent sans contredit un des horizons les plus faciles à reconnaître, soit dans le bassin de la Loire, soit dans celui de la Charente.

2° Un banc de grès calcarifère, sableux, jaune, pétri également d'*Ostrea biauriculata*, *plicata* et *columba*. Ce banc de sable, dont la puissance dépasse rarement $1^{m},50$, ne peut être confondu avec le système de grès verts plus développés que l'on rencontre à la base de l'étage.

3° Un banc à Ichthyosarcolites, épais de 1 à 2 mètres, et contenant en outre les *Ostrea columba* et *biauriculata*, le *Pecten Fleuriausi*, le *Nautilus triangularis*, le *Pterodonta inflata*. Ce banc à Ichthyosarcolites, qui est le second dans la série, est séparé du premier par les deux sous-étages précédents.

4° Un système de calcaire marneux, passant quelquefois à une argile bleuâtre, caractérisée par une grande abondance de fossiles, et entre autres par la *Terebratula pectita*, l'*Ammonites papalis*, l'*A. Fleuriausi*, l'*A. navicularis*, l'*Ostrea columba*, var. *major*, l'*O. carinata*, le *Catopygus columbarius*, etc., et par des dents de poissons.

M. Coquand fait observer que ces différents bancs constituent la partie supérieure de son étage carentonien, dont les ateliers du chemin de fer montreront plus tard la partie inférieure. La présence et la persistance des *Ostrea columba*, *biauriculata* et *plicata* le caractérisent d'une manière spéciale. On n'y rencontre aucune des espèces de la craie glauconieuse de Rouen.

5° Au-dessus de l'étage carentonien se développe un étage distinct dans lequel abonde le *Radiolites lumbricalis*, et que quelques modifications pétrographiques permettent de subdiviser en trois sous-étages. En effet, en remontant vers Angoulême, la Société a remarqué que les calcaires marneux à *Terebratula pectita* sont surmontés par une série de couches d'un calcaire subcristallin, dur, à grains miroitants, disposé en petites plaquettes, et passant à sa partie supérieure à un calcaire plus dur, et dont les bancs fort épais forment corniche en dessous des remparts de la ville.

6° On observe enfin sur le plateau et dans Angoulême même plusieurs bancs d'un calcaire jaune, très dur, à grains saccharoïdes, et rempli de *Radiolites lumbricalis*. Ce calcaire, exploité comme pierre à pavés, forme le plancher des fameuses carrières qui fournissent les pierres de taille dites d'Angoulême, si estimées, et que la Société a eu l'occasion d'étudier le lendemain lundi.

La matinée du lundi a été réservée pour l'examen des tranchées du chemin de fer qui conduisent de la gare d'Angoulême aux ateliers. L'entrée de la voie a été accordée avec une rare obligeance par les chefs de l'administration. Cette visite offrait un intérêt tout spécial, puisqu'elle permettait de passer d'abord en revue des coupes d'une grande netteté, et en second lieu de saisir les rapports géologiques qui unissent entre eux les divers termes de la formation crétacée représentés dans les environs d'Angoulême.

Au lieu de procéder par la série ascendante, comme dans la première excursion, on a suivi la méthode inverse, qui d'ailleurs était imposée autant par le but proposé que par la succession des couches que l'on avait à traverser. A quelque distance de la gare, après avoir recoupé le banc supérieur à Ichthyosarcolites et les argiles tégulines déjà connues, et dans lesquels on a fait une récolte abondante d'Huîtres, la Société a successivement observé :

1° Un système très puissant de calcaires solides ou marneux, qui a déjà été décrit par M. Coquand, et dans lequel sont répandus à profusion des rudistes dont les espèces les plus abondantes sont les *Sphærulites foliaceus* et *polyconilites*, les *Caprina triangularis*, *adversa*, *quadripartita*, *costata*, *striata*, etc., etc.; on a recueilli en outre la *Terebratula Menardi*, l'*Ostrea columba*, var. *minor*, les *Pecten Fleuriausi* et *phaseolus*, la *Chama navis*, le *Nautilus triangularis*, la *Nerinea Bauga*, l'*Orbitolites mamillaris*, l'*Alveolina cretacea*, etc. Sa puissance dépasse 40 mètres. On a admiré avec quelle profusion se sont agglomérés les rudistes et surtout les *Caprina adversa* dans cette partie de la Charente.

2° Au-dessous des derniers bancs à rudistes apparaît, près de la Rochine, un système de bancs, d'épaisseur variable, formés d'un grès verdâtre, à grains quartzeux, solide, et remarquable par les traces de végétaux et les noyaux de résine fossile qu'il renferme. Ces grès s'enfoncent à la Rochine sous les alluvions de la Charente, ce qui empêche d'en juger la puissance totale. Le puits creusé dans l'usine des briques réfractaires est entièrement creusé dans le grès.

Ces deux sous-étages constituent la partie inférieure de l'étage carentonien de M. Coquand.

A cause de dénudations profondes survenues au confluent de la Charente et de la Touvre, le chemin de fer est obligé de traverser en remblais de vastes prairies dans lesquelles le rocher ne se montre pas à découvert. Cependant, à l'entrée du pont jeté sur la Touvre, on rencontre un banc calcaire très solide, puissant, de $1^{m},50$, pétri de bivalves et surtout d'Astartes. Cette lumachelle appartient à l'étage portlandien, et elle repose sur un système arénacé de consistance friable, à

grains fins, et consistant en une alternance de calcaires sableux, de sables marneux et de grès argileux. On y a recueilli l'*Ostrea virgula* et la *Pholadomya acuticostata*. Il représente la partie supérieure de l'étage kimméridien ; en effet, à quelque distance de ce point et en se dirigeant sur Vars, on tombe en plein dans les bancs à *Ostrea virgula*.

Après cette vérification, la Société est revenue à Angoulême, d'où elle s'est immédiatement remise en route pour compléter les études de la craie inférieure par l'examen des bancs supérieurs au plateau d'Angoulême qui, au champ de Mars, contiennent le *Radiolites lumbricalis*. Elle a suivi d'abord la route de Périgueux, en se portant sur les divers points qui pouvaient lui offrir de l'intérêt. Elle s'est assurée que les calcaires jaunes, exploités dans plusieurs carrières comme pierres à paver, commencent la série des assises puissantes d'où sortent ces fameuses pierres de taille, dont l'exportation constitue pour la contrée une branche d'industrie très importante. On a été frappé de la prodigieuse abondance des *Radiolites lumbricalis* qui se touchent toutes pour ainsi dire, et dont la valve supérieure, respectée par les sédiments calcaires, donne naissance à ces nombreuses tubulures qui déparent la pierre, en l'empêchant de recevoir des ornementations délicates, mais qui deviennent pour les géologues un des caractères les plus sûrs pour la position de l'étage.

Les bancs à *Radiolites lumbricalis* sont surmontés par quelques couches d'un calcaire plus tendre que le fendillement a réduit en petites écailles, mais dont on n'a pu juger la physionomie que dans les fossés de la route, et par conséquent d'une manière incomplète. Là finit l'étage angoumien de M. Coquand, et qui correspond à une nouvelle apparition de rudistes.

En continuant à remonter le plateau et avant d'arriver à Toutifaut, les terres se font remarquer par leur aridité et par les roches qui surgissent de toutes parts. Ces roches sont formées par un calcaire blanchâtre, à grains serrés ou compacte, qu'on voit rempli de *Sphærulites Sauvagesi* et *radiosus*. Seulement ces fossiles font corps si intimement avec la couche qu'il devient impossible, malgré leur extrême abondance, d'en obte-

nir des exemplaires détachés. Ces calcaires solides, dépourvus d'argile et produisant un sol maigre et très pierreux, offrent très peu de variations dans leur texture. Leur puissance oscille entre 35 et 40 mètres. Ils constituent l'étage *provencien* de M. Coquand. Leur nom est justifié par le développement considérable qu'ils acquièrent dans le midi de la France, notamment dans la basse Provence (Sainte-Beaume, Martigues, etc.). L'étage provencien clôt la série des étages de la craie désignée sous le nom de *craie inférieure*. M. Coquand fait remarquer sur place qu'il n'a pas été possible d'observer dans les étages provencien et angoumien une seule espèce fossile de la craie glauconieuse de Rouen.

Avant d'arriver à la ferme de Toutifaut, on s'est trouvé en face d'un calcaire jaunâtre, à bancs peu distincts, et contenant en abondance l'*Ostrea auricularis* et des bryozoaires, le *Sphærulites Coquandi* (Bayle), et une foule d'autres fossiles qui seront mentionnés plus tard. Ce système doit être surtout étudié dans les environs de Cognac et de La Vallette, où il est admirablement développé. Il forme le premier terme de la craie supérieure, mais il ne correspond point à la craie blanche de Meudon, comme ont semblé l'admettre les géologues qui n'ont jamais parcouru la Charente. La route de Périgueux se prête mal à l'étude complète de cet étage, à cause de dénudations profondes, de son recouvrement par les argiles et les sables tertiaires, et aussi parce que le coteau, peu accidenté, laisse apercevoir difficilement la succession des couches. C'est à cet étage que M. Coquand donne le nom d'*étage coniacien*.

En continuant la course jusqu'aux environs d'Epagnac, on a l'avantage de constater, au-dessus des bancs à *Ostrea auricularis* l'existence d'un nouvel étage (*santonien* de M. Coquand), caractérisé par une faune nouvelle et très riche. Les fossiles les plus communs y sont le *Turbo Rochebruni*, Coquand, l'*Ostrea proboscidea*, d'Archiac, l'*Ammonites polyopsis*, la *Janira Truellei*, la *Rhynchonella vespertilio*, le *Micraster brevis*, etc. M. Arnaud y a découvert un rudiste nouveau, le *Radiolites Arnaudi*, Coquand.

Au-dessus d'Épagnac, on ne rencontre plus que des sables tertiaires; aussi la Société s'est dirigée sur la vallée de l'An-

guienne, ce qui lui a permis d'étudier, dans les escarpements verticaux qui forment les deux berges de la vallée, la puissance, la composition et la succession des divers bancs, dont les coteaux qu'elle avait parcourus n'avaient offert que les têtes d'affleurement. Après avoir abandonné les derniers vestiges de l'étage santonien, on a recoupé dans toute son épaisseur l'étage coniacien à *Ostrea auricularis*, et immédiatement au-dessous on a trouvé les calcaires à *Sphærulites Sauvagesi* et *radiosus*. On a donné quelques instants à la visite d'une carrière de pierres de taille ouverte dans l'étage *provencien*, au lieu dit *le Berceau*, en face d'Urtebise, et dont le grain est plus blanc et plus friable que celui des pierres provenant de l'étage angoumien à *Radiolites lumbricalis*. En revanche, elle a l'avantage de n'offrir aucune tubulure. De nombreux exemplaires d'*Hippurites cornu-vaccinum*, de *Sphærulites* passés à l'état spathique, s'apercevaient dans les blocs détachés, ainsi que dans les fronts d'abattage de la carrière. On a franchi un petit vallon qui débouche dans l'Anguienne, que l'on a atteinte par un sentier très roide, et l'on s'est trouvé en face du système à *Radiolites lumbricalis* qu'on n'a plus quitté jusqu'à Angoulême. Comme le chemin que l'on suivait était le chemin d'exploitation des produits des nombreuses carrières ouvertes dans cet étage, on a eu tout le loisir de faire connaissance, sur une longueur de 6 kilomètres, avec les profondes excavations provenant de l'extraction des pierres, et surtout avec les myriades de *Radiolites lumbricalis* qui, à la manière de la Gryphée arquée, indiquent la constance du niveau qu'elles caractérisent.

On a jeté en passant un coup d'œil sur les tourbières de l'Anguienne, dont les produits sont consommés dans les papeteries des environs. On a pu s'assurer en outre que les escarpements opposés de la vallée, ainsi que les plateaux qui s'étendent vers Puymoyen, reproduisaient identiquement les mêmes accidents que ceux que l'on avait déjà observés.

Il ne restait plus, pour compléter les renseignements que la formation crétacée pouvait offrir dans les environs d'Angoulême, qu'à passer en revue la succession des strates de grès verts, dont l'usine de Rochine présente seulement les affleurements, et à trouver le point où, sans solution de continuité,

les premiers sédiments de la craie reposeraient directement sur la formation jurassique. Pour compléter cette dernière partie du programme, la Société a passé sous Angoulême, en traversant le faubourg Saint-Michel, et elle s'est dirigée vers le pont de Basseau, à l'ouest de la ville. Elle a recoupé successivement, au-dessous des couches à *Radiolites lumbricalis*, le calcaire à *Terebratula pectita*, les grès jaunes à *Ostrea biauriculata* et *columba*, les argiles tégulines, et enfin les bancs à *Caprina adversa ;* ensuite, après avoir laissé sur la droite le chemin de la Poudrière impériale, elle a suivi la route de Basseau qui, à quelque distance de la Charente, s'abaisse rapidement vers la rivière par une rampe taillée au milieu même des grès verts inférieurs. Ces grès sont solides ou tendres, calcarifères ou argileux ; ils contiennent des Orbitolites, l'*Ostrea plicata* et l'*O. columba* (variété *minor*). Cet ensemble de matériaux remaniés, puissant de 30 à 35 mètres, est supporté en face même du pont par un banc d'argile bleuâtre, pyritifère, de 0m,75 à 1 mètre d'épaisseur. On y a signalé quelques rognons de résine fossile. Cette argile, qui affleure dans beaucoup d'autres localités, et surtout à Sainte-Même, est la même que celle qui, à l'île d'Aix, renferme les lignites signalés pour la première fois par M. Fleuriau de Bellevue. C'est par elle que la formation crétacée a débuté dans les deux Charentes. On la voit, au pont de Basseau, reposer sur les calcaires jurassiques supérieurs, dont la surface des bancs, en contact avec les argiles, est percée d'une multitude de petites cavités arrondies, produites par des animaux perforants, et, la preuve que la formation jurassique était déjà soulevée à l'époque de l'envahissement de la mer crétacée, c'est que plusieurs bancs distincts portent des traces de ces perforations.

Ce point intéressant une fois examiné, on a traversé la Charente, et l'on s'est acheminé vers Fléac. On a d'abord traversé des calcaires portlandiens, puis, dans les alentours du village, les argiles bleuâtres, les grès verts inférieurs que la route impériale coupe en haut de la montée de Sainte-Barbe, et enfin les calcaires à *Caprina adversa* et *Sphærulites foliaceus*. Enfin, en descendant, on a pu s'assurer de nouveau, en face de la Poudrière, que le terrain crétacé reposait sur le calcaire port-

landien. La route jusqu'au pont d'Angoulême, traversant une vallée plate recouverte par les alluvions anciennes et modernes, n'a offert aucun incident nouveau. On a remarqué toutefois que les calcaires à Caprines se trouvaient placés à un niveau bien plus bas que celui qu'ils occupent au-dessus de Sainte-Barbe, car ils viennent buter contre l'escarpement portlandien que ces derniers couronnent. Cette différence d'altitude est expliquée par la présence d'une faille qui a redressé la craie dans les alentours de Fléac, et qui a forcé la Charente de se couder à angle droit et de couler dans la direction du N. au S., en abandonnant la direction de l'E. à l'O. qu'elle suivait d'abord.

Tels sont les faits nombreux et intéressants que la Société a eu l'occasion de constater dans les journées du dimanche et du lundi, et que M. Coquand, après les avoir rappelés suivant l'ordre dans lequel ils ont été observés, résume de la manière suivante :

La craie inférieure présente dans les environs d'Angoulême quatre étages distincts qui sont :

1° Les argiles lignitifères (étage gardonien) ;

2° Les grès, les calcaires et les argiles à *Ostrea columba*, *biauriculata* et *plicata*, *Sphærulites foliaceus* et *Caprina adversa* (étage carentonien) ;

3° Calcaires à *Radiolites lumbricalis* et *Sphærulites ponsianus* (étage angoumien);

4° Calcaires à *Sphærulites Sauvagesi* et *radiosus* (étage provencien).

La craie supérieure se compose de deux étages :

1° Calcaires à *Ostrea auricularis* et *Sphærulites Coquandi* (étage coniacien) ;

2° Calcaires tendres à *Micraster brevis* et *Radiolites Arnaudi* (étage santonien).

M. Coquand pense qu'il est convenable d'ajourner toute discussion sur la convenance et la légitimité de ces divisions nouvelles qu'il propose, jusqu'au moment où les excursions qui doivent être dirigées sur les arrondissements de Cognac et de Barbezieux auront permis de recueillir des documents plus nombreux, et de profiter avec plus de fruit des richesses paléon-

tologiques que renferme la collection que M. de Rochebrune a mise à la disposition de la Société. Toutefois, il croit devoir insister d'une manière spéciale sur ce point capital : que les divers étages qu'il a admis se distinguent aussi nettement par leur superposition que par leur faune, et que la Société a déjà pu se convaincre par elle-même qu'aucune espèce de coquilles ne passe d'un étage dans un autre. Or, dans le sud-ouest, l'abondance des fossiles, et surtout des *Ostrea* et des rudistes, fournit des moyens nombreux de contrôle et de vérification.

Après cet exposé, Monseigneur Cousseau demande si les terrains dont se compose le sol d'Angoulême reposent directement sur le granite. Il fait cette question dans le but de savoir si, en forant un puits artésien, on ne rencontrerait pas promptement le granite.

M. Coquand répond que les terrains d'Angoulême ne reposent point sur le granite, mais bien sur les terrains jurassiques, comme la Société a déjà pu le remarquer au Pont-Touvre et aux environs de Fléac. En forant un puits artésien, on ne rencontrerait le granite qu'après avoir traversé des couches très puissantes de la formation jurassique.

Monseigneur Cousseau demande si dans quelque localité proche d'Angoulême on voit le terrain crétacé reposer directement sur le granite.

M. Delanoüe répond qu'à Milhac, commune de Nontron (Dordogne), la craie se trouve tout près du granite.

M. Delanoüe exprime le désir que la Société géologique puisse ajouter aux courses qu'elle se propose de faire dans les terrains jurassiques supérieurs et crétacés quelques excursions dans les terrains plus anciens, par la raison que ce sont ceux-là qui, pour les arts et l'industrie, ont l'importance la plus grande.

M. le Président répond qu'il sera très heureux de montrer ces points intéressants ; car pour lui les gisements de manganèse et d'allonhane des environs de Confolens, qui ont les plus grands rapports avec ceux de Nontron et de Thiviers, sont tertiaires et non pas jurassiques ; il en est de même des jaspes qui les contiennent.

M. le Président donne lecture d'une lettre par laquelle M. de

Salignac, membre du conseil général et directeur de la Société viticole, prie la Société de vouloir bien accepter une invitation à dîner chez lui pour le mardi suivant. Une demande semblable est adressée pour le dimanche suivant par M. Edgard de Nanclas. La Société accepte avec reconnaissance ces deux invitations qui s'harmonisent très bien avec l'itinéraire projeté.

La séance est levée à dix heures et demie.

Séance du vendredi 11 *septembre* 1857.

PRÉSIDENCE DE M. COQUAND.

La séance est ouverte à sept heures et demie du soir, dans la salle de réception de l'hôtel de ville.

M. A. Gaudry, secrétaire, donne lecture du procès-verbal, dont la rédaction est mise aux voix et adoptée.

Sont présentés pour faire partie de la Société géologique :

MM.

Arnaud, substitut du procureur impérial à Cognac, par MM. Coquand et Gaudry ;

Boreau, procureur impérial à Cognac, par MM. Coquand et Michelin ;

Edgard de Tilly, propriétaire à Malberchie, par MM. de Nanclas et Coquand.

M. Coquand rend compte dans les termes suivants des études auxquelles la Société s'est livrée pendant son excursion à Cognac :

« Malgré quelques contrariétés occasionnées par la pluie, le programme tracé d'avance a pu être rempli. La journée du mardi a été employée à faire le trajet d'Angoulême à Cognac par la rive droite de la Charente. Une fois arrivée au-dessus de Sainte-Barbe, la Société a rencontré les calcaires portlandiens masqués dans toute leur étendue par d'admirables vignobles. En face d'Hiersac, elle a eu le regret que la pluie persistante et le mauvais état des chemins ne lui aient pas permis

d'examiner les carrières de gypse ouvertes sous les Molidards, et par lesquelles se terminent du côté de l'est les dépôts argileux du même âge qui se continuent jusque près de Saint-Jean-d'Angély, en passant par Triac, par Jarnac, par le Pays Bas de Cognac et par Nantillé ; mais, comme la journée du mercredi doit être employée à cette vérification, on s'est consolé de n'avoir pu étudier un point de plus. L'intérêt de la course s'est donc concentré dans les environs de Jarnac.

Jarnac est bâti à la base d'un coteau de forme elliptique, assis au-dessus d'une vaste plaine dite Pays Bas, laquelle, d'abord très large entre Saint-Jean-d'Angély et Sigogne, se rétrécit beaucoup entre Jarnac et Mérignac, et vient mourir à quelque distance des Molidards, étranglée entre des coteaux jurassiques ou crétacés. En face de Jarnac même, dans la direction de l'ouest, on voit s'allonger les coteaux portlandiens de Chassors qui, par suite d'un redressement des couches, se terminent en promontoire au-dessus du Pays Bas. Ces gibbosités, auxquelles il faut ajouter le mamelon de Chez-Ville, dans la commune de Bassac, offrent un puissant intérêt au point de vue géologique, parce qu'elles permettent d'abord de fixer la position des argiles, et ensuite parce que, le sol de la plaine étant presque exclusivement composé d'argile, on recherche avec activité pour la bâtisse les moellons que les premières contiennent avec abondance. Une ancienne carrière ouverte près de Souillac, sur les bords mêmes des prairies de la Charente, montre un calcaire jaunâtre, un peu argileux, par conséquent sensible à l'action de la gelée, et contenant plusieurs fossiles d'une bonne conservation, entre autres, un très large *Pecten* (*Pecten jarnacensis*, Coquand), l'*Ostrea Bruntrutana ?*, le *Cardium dissimile*, avec une très grande Mactre (*Mactra insularum*, d'Orb.). En regagnant Jarnac par le sentier qui longe les murs du parc, on voit dans les fouilles pratiquées sur la gauche de l'observateur un calcaire oolithique, solide, analogue à celui de la côte de Sainte-Barbe ; enfin, au centre même du plateau, ce dernier est surmonté par un calcaire solide, sonore, à cassure lithographique, formé de couches fort minces, nettes et régulières, et offrant dans le front d'abattage la structure rubannée en grand. L'ensemble de ce système, dans

lequel on reconnaît l'étage portlandien, s'abaisse rapidement vers Jarnac, et, vers les dernières maisons qui sont bâties sur la route de Sigogne, on voit les couches plonger sous un angle de 30 degrés sous la plaine, et supporter en concordance de stratification des argiles verdâtres ou brunes, lesquelles, par places, renferment des gisements de gypse exploitable. Ces argiles reprennent bientôt une position presque horizontale. Cependant une portion de ces argiles ont obéi au mouvement qui a bombé le coteau de Jarnac, car elles se montrent, entre Souillac et Jarnac, à une assez grande hauteur, dans la route impériale, au-dessus du calcaire lithographique. Elles renferment à l'état subordonné quelques couches minces, et souvent interrompues, d'un calcaire travertineux et d'un calcaire gris, d'origine lacustre, répandant par la percussion cette odeur particulière bien connue des géologues. C'est dans une position identique que les argiles gypsifères se montrent dans les environs de la Gibauderie, de Chassors, de Chez-Ville et de Bassac. Il est donc de la dernière évidence qu'elles sont supérieures aux derniers bancs de l'étage portlandien, auxquelles elles semblent pour ainsi dire subordonnées. Il n'est pas moins évident qu'elles ont été soulevées en même temps que la formation jurassique et antérieurement à la formation crétacée, car celle-ci aux Molidards repose transgressivement sur les argiles qui nous occupent, à Nersac, sur le calcaire portlandien; à Touvres, sur le kimméridien, et à Grassac, sur le calcaire corallien. Les argiles au contraire, il faut le répéter, sont constamment concordantes avec le calcaire portlandien et ne sont supportées que par lui seul; elles constituent par conséquent un étage jurassique nouveau et caractérisé, comme on le verra plus tard, aussi bien par son origine que par la nature des matériaux et par sa faune distincte; elles correspondent, en un mot, aux couches de Purbeck.

Après avoir donné plusieurs heures à l'examen de ce point intéressant, la Société s'est transportée sur la rive opposée de la Charente, afin de saisir les points de recouvrement des argiles de Purbeck par la formation crétacée.

La côte dite de *Montagnant*, qui met en communication la route impériale avec la route de Jarnac à Segonzac, a permis

de constater, à partir de la Charente jusqu'au sommet du coteau, la succession des couches suivantes :

		m
Étage de Purbeck.	1° Argiles grises et rouges, panachées de vert.	8,00
Étage gardonien.	2° Argile bleue lignitifère.	1,10
	3° Calcaire jaune, à grains miroitants, avec Caprines et polypiers	2,60
	4° Argile sableuse verte.	3,00
	5° Grès verdâtre phytifère.	0,60
	6° Calcaire grumeleux à Caprines.	2,00
	7° Calcaire bréchiforme, spathique.	1,00
	8° Grès vert sableux en plaquettes.	6,00
Étage carentonien	9° Sable vert friable	6,00
	10° Argile verdâtre, avec *Caprina costata* . . .	1,20
	11° Grès solide, fin, dur, à points verts, avec *Ostrea columba*, *Sphærulites polyconilites*, *Sphærulites foliaceus*, *Caprina adversa*, Alvéolines et Miliolites.	6,00
	12° Calcaire jaune, dur, avec *Caprina adversa*, très abondante, *Sphærulites foliaceus*, etc., etc.	

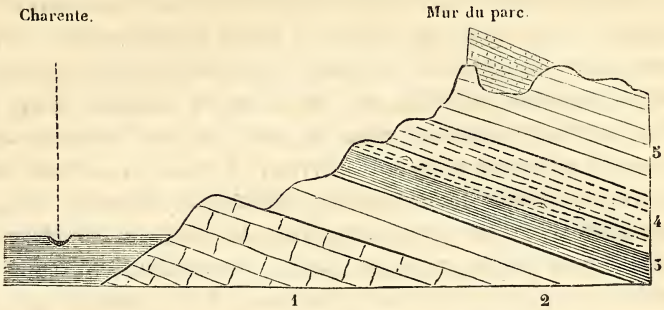
Plus haut, dans la série, on a rencontré les argiles tégulines, puis les calcaires à *Radiolites lumbricalis*, enfin les calcaires durs à *Sphærulites Sauvagesi* et *radiosus* (étage provencien). Près du hameau du Petit-Mur, la vigueur des vignobles nous a annoncé la présence de la craie supérieure, c'est-à-dire l'horizon des *Ostrea auricularis*, et plus haut des *Rhynchonella vespertilio*. On rencontrait donc en face de Jarnac, avec quelques modifications minéralogiques insignifiantes, la même succession d'étages et les mêmes faunes que dans les alentours d'Angoulême.

Du Petit-Mur, la Société s'est rendue à Cognac par la route impériale qui est presque constamment tracée sur les calcaires à *Ostrea auricularis*. Elle a mis à profit une heure de jour qui restait encore, pour visiter le magnifique établissement de la Société viticole, vaste entrepôt de ces fameuses eaux-de-vie dites de Cognac, dont la supériorité incontestable a ouvert une branche importante d'industrie qui enrichit en même temps l'agriculteur qui livre ses produits au commerce, et le commerçant qui les exporte à l'étranger.

La géologie n'a rien perdu dans cette visite ; car, dans le faubourg de Saint Martin où est situé l'entrepôt, on marchait sur les bancs à *Ostrea auricularis*, et l'on pouvait voir dans l'intérieur de l'établissement même des tranchées de 12 à 15 mètres, pratiquées en entier dans des calcaires pétris de ces Huîtres. On a pu s'assurer, sur des milliers d'exemplaires, qu'on avait bien là la véritable *Ostrea auricularis* de Brongniart, dont si peu de paléontologistes ont su apprécier les caractères et la véritable position.

A sept heures, la Société trouvait réunie dans les salons de M. de Salignac l'élite de la population de Cognac, et elle recevait, tant de la part de madame de Salignac que de celle du maître de la maison, une hospitalité brillante, dont elle conservera longtemps le souvenir.

La matinée du mercredi a été consacrée à saisir les relations des divers étages qui se développent dans les environs de Cognac. Les travaux que la municipalité a fait exécuter tout récemment dans le parc attenant à la ville ont permis de voir très nettement le contact entre la craie inférieure et la craie supérieure. En effet, en suivant les escarpements qui dominent la Charente quand on en remonte le cours, on voit que les calcaires à *Ostrea auricularis*, sur lesquels sont bâtis la ville et les faubourgs, reposent sur un système arénacé, puissant de 5 à 6 mètres, et composé de grès verdâtres, calcarifères, à grains quartzeux, de sables verdâtres, et d'argiles glaiseuses, brunes ou jaunâtres, à stratification ondulée et irrégulière. Ces matériaux meubles ou remaniés indiquent un littoral, car ils s'amincissent et semblent être enfoncés en forme de coin sous les calcaires supérieurs à *Ostrea auricularis*. Le diagramme ci-dessous indique très bien cette disposition.



1. Calcaire à *Sphærulites Sauvagesi* et *Hippurites organisans*. } Étage provencien.
2. Calcaire dur en couches régulières. . . . . } (Craie inférieure.)
3. Sables et argiles. . . . . } Étage coniacien.
4. Grès vert à *Ostrea auricularis*. . . . . } (Craie supérieure.)
5. Calcaire à *Ostrea auricularis*, ... }

Au-dessous des sables et des argiles 3 et 4, on observe des calcaires durs, jaunâtres 1, à bancs très épais, pétris d'*Hippurites organisans*, de *Sphærulites Sauvagesi* et *radiosus*, faisant corps avec la roche, et agglomérés en familles à la manière des Huîtres. Ces calcaires sont la partie supérieure de l'étage provencien, dont les chaumes de Crage, près d'Angoulême, offrent de si belles coupes, et qui, ainsi qu'à Cognac, sont surmontés par le calcaire à *Ostrea auricularis*, mais sans les couches interposées de sables et de grès. On voit de la manière la plus claire qu'après le dépôt de la craie inférieure un mouvement survenu dans la mer crétacée institua un nouvel ordre de faits, et amena comme base de la craie supérieure un dépôt puissant de sables et de grès dans le parc de Cognac. Le faubourg Saint-Jacques et les environs de Richemont présentent des exemples qui dispensent de tout commentaire. On remarque déjà, dans le dépôt d'origine mécanique, quelques *Ostrea auricularis* qui deviennent si abondantes dans les calcaires supérieurs, et qui y sont associées à la *Terebratula Arnaudi*, Coquand, à la *Rhynchonella Baugasi* et à une foule de bryozoaires. Ainsi se trouve résolue, et stratigraphiquement et paléontologiquement, une des questions les plus importantes au point de vue de la séparation des divers étages de la formation crétacée dans le sud-ouest et de leur distribution dans deux groupes distincts.

On s'est rendu de là à Sallex, village situé dans les coteaux de la grande Champagne; on a suivi la route de Barbezieux. On a remarqué à la sortie du faubourg Saint-Martin que le caractère pétrographique subissait une modification notable. Jusqu'ici nous n'avions rencontré dans la craie que des calcaires durs donnant naissance à des sols pierreux et raboteux; ici, au contraire, le calcaire devient tendre, blanchâtre, marneux, faisant quelquefois pâte avec l'eau, rempli de silex noirs ou blanchâtres, purs à leur centre, mais se fondant insensiblement dans la roche encaissante vers leur périphérie. Les moellons que ce calcaire fournit sont de mauvaise qualité. La base de ce système, qui constitue l'étage santonien de M. Coquand, est remarquable par le grand nombre de fossiles qu'il contient, ainsi que par sa faune qui est entièrement distincte de celle qui lui est inférieure. Elle est surtout caractérisée par les *Rhynchonella vespertilio*, *Boreaui*, Coquand, la *Terebratula coniacensis*, Coq., l'*Ostrea proboscidea*, la *Janira Truellei*, le *Radiolites Arnaudi*, Coq., et beaucoup de bryozoaires. On a observé au-dessous de Sallex les premiers bancs à *Ostrea vesicularis*, *pyrenaïca*, *Matheroni*, *cornu-arietis*, *Mytilus Dufrenoyi*, *Sphærulites Hæninghausi*, etc., etc. La pluie qui n'a cessé de nous escorter a empêché malheureusement d'examiner, avec l'attention qu'il méritait, ce nouvel étage (campanien de M. Coquand), et qui correspond à la craie blanche de Meudon.

La Société s'est rendue dans l'après-midi dans la plaine du Pays Bas, afin d'y examiner les argiles de Purbeck, ainsi que les gisements de gypse qu'elles renferment. Elle a suivi d'abord la route de Saint-Jean-d'Angély. Au-dessus du faubourg Saint-Jacques, elle a traversé successivement les calcaires à *Ostrea auricularis* avec leur base sableuse (coniacien), le calcaire à *Sphærulites radiosus* et *Hippurites organisans* (provencien), les calcaires à *Radiolites lumbricalis* (angoumien), enfin les calcaires marneux à *Terebratula pectita*, les sables et les argiles à *Ostrea columba* et *biauriculata* (partie supérieure et moyenne du carentonien). Elle a pris ensuite la route de Cherves, où elle a constaté la série des couches suivantes au-dessous des argiles à *Ostrea plicata* (argiles tégulines) :

1° Le calcaire à *Caprina adversa ;* 2° les grès verdâtres inférieurs à *Ostrea columba*, variété *minor;* 3° des calcaires sableux à Orbitolites (base du carentonien) ; 4° les argiles lignitifères (gardonien). Là finit la formation crétacée, ainsi que cela a été constaté au pont de Basseau et à la côte de Montagnant.

On a rencontré au-dessous des argiles lignitifères les couches du système de Purbeck, dont les environs de Jarnac nous avaient offert la base. La coupe suivante prise dans les carrières de Montgaud, au-dessous de Cherves, indique très bien les caractères généraux de cette formation qui impriment au Pays Bas une physionomie particulière qui rappelle celle des plaines alluviales de la Camargue ou des marais Pontins. Cette physionomie, qui s'unit à une fertilité remarquable des terres, est due à la prédominance des argiles, lesquelles donnent naissance à un sol profond, analogue au limon charrié par les rivières et accumulé à leur embouchure.

On reconnaît dans la principale carrière, en procédant de haut en bas :

		m
1°	Argile compacte, bariolée de rouge.	0,650
2°	Argile feuilletée, brune	0,487
3°	Calcaire en petites plaques solides	0,487
4°	Argile jaune, très feuilletée, singulièrement stratifiée. .	3,898
5°	Argile grise et noire, feuilletée, contenant des cristaux de gypse.	1,949
6°	Gypse gris, avec rognons d'albâtre blanc et rosé, et veiné d'argile noire.	1,137
7°	Gypse dit *carré*, bordé de deux couches de gypse fibreux dit *lard*	0,325
8°	Gypse dit *couillard*, souillé d'argile.	0,325
9°	Argiles feuilletées, noirâtres.	0,325
10°	Gypse dit *couche plane*, compacte, avec veines d'argiles noirâtres, très onctueuses.	1,462
11°	Gypse impur, non exploité, alternant avec des argiles.	
		11,045

Les excavations n'ayant pas été poussées au-dessous du gypse exploitable, il est impossible d'être renseigné sur la puissance totale de l'étage de Purbeck, que M. Coquand, en se basant sur des mesures prises ailleurs, suppose être de 45 à

50 mètres. Cet étage est incontestablement d'origine lacustre, car la couche calcaire n° 3 est une vraie lumachelle de Cyclades écrasées par la pression, au milieu desquelles on a recueilli des Paludines, des Physes, des Mélanies, des Cyclades et des Cyrènes. Cependant il est difficile de se procurer des exemplaires déterminables. Sur d'autres points, cette couche est oolithique, mais les oolithes qui la composent ne sont point rondes ; elles ressemblent à des pisolites d'origine travertine. C'est à tort que certains observateurs les ont considérées comme des carapaces de *Cypris*.

Le reste d'une journée déjà si bien employée a été donné à l'examen du fameux gisement de Caprines et de Sphérulites de Saint-Trojan. On a suivi, pour s'y rendre, la route qui longe la rive droite de la Charente, et l'on a fait une station à Bagnolet qui s'imposait à notre admiration autant par la beauté du site que par plusieurs particularités géologiques remarquables. Les argiles tégulines qui dessinent un horizon si constant dans toute la Charente sont effacées à Bagnolet ; elles y sont remplacées par des grès verts solides et des sables meubles contenant avec abondance les *Ostrea biauriculata* et *columba*. On remarque au-dessus le second banc à Ichthyosarcolites, et le contact des bancs calcaires avec des sables meubles donne naissance à un phénomène bien connu dans la forêt de Fontainebleau.

Les eaux qui pénètrent au milieu de ceux-ci arrivent chargées de carbonate de chaux qui, en cristallisant, agglutine une quantité plus ou moins considérable de grains sableux, et forme des masses généralement botryoïdes, dont les formes capricieuses varient à l'infini. On y a cherché vainement des groupes de rhomboèdres inverses. Les calcaires à Ichthyosarcolites sont surmontés par des calcaires marneux à *Terebratula pectita*, à *Ostrea carinata* et *columba*, et à *Ammonites navicularis*, dont on voit de belles coupes dans le parc de M. Hennessy. Au-dessous des grès, près de Solençon, ainsi qu'on devait s'y attendre, apparaissent les bancs inférieurs à Ichthyosarcolites que l'on a suivis jusqu'à Saint-Trojan. La Société a été émerveillée à la vue de ces bancs énormes de *Caprina adversa* et de *Sphærulites foliaceus*, fixées encore à la place où elles ont vécu, et rappelant

par le nombre et la puissance ces accumulations de coraux qu'on observe dans l'étage corallien du terrain jurassique. Cet horizon s'étend jusqu'aux coteaux qui dominent le Pays Bas, et au-dessous desquels se développent les grès verts inférieurs, l'étage gardonien et les argiles de Purbeck. Le retour s'est effectué par le pont de la Trache, d'où l'on a remonté toute la série crétacée jusqu'au niveau des *Ostrea auricularis*.

La Charente, depuis Jarnac jusqu'à Bagnolet, a creusé son lit, soit dans les argiles de Purbeck, soit dans les argiles tégulines et les sables supérieurs. Comme les couches plongent toutes vers le sud-ouest, il résulte de la disposition des étages que la rive droite se lie aux coteaux qui la dominent par un plan légèrement incliné, tandis que la rive gauche, étant occupée par des calcaires durs et solides (provencien et angoumien), est dominée par des escarpements qui en défendent souvent l'accès. Cette circonstance, mal appréciée par M. d'Archiac, avait fait admettre par ce savant géologue l'existence d'une faille qui ne se montre réellement pas, car les étages s'y succèdent normalement sans dénivellation. On a trouvé sur place, dans les carrières de la Trache, des *Radiolites lumbricalis*. De la Trache à Cognac, la Société n'avait à traverser que des terrains déjà connus.

Le retour de Cognac à Angoulême s'est opéré par la rive gauche de la Charente qui devait présenter à la Société des aperçus nouveaux et intéressants. On avait déjà examiné les coteaux qui s'élèvent en face de Jarnac; on s'est donc rendu directement à Sainte-Même.

Sainte-Même occupe un rang important dans le département; il renferme les plus belles carrières de la Charente, celles qui fournissent les meilleures pierres d'appareil, et qui sont recherchées tant à cause de l'homogénéité et la finesse de leur grain que de leur blancheur. Le même coteau, les mêmes escarpements présentent en outre, et en pleine exploitation, les deux étages provencien et angoumien. L'extraction a lieu à ciel ouvert et par cavages. Après avoir visité ces longues galeries souterraines qu'interrompent de distance en distance des effondrements que l'on ne traverse pas sans danger, la Société s'est rendue au bas du village, afin de remonter la série des

couches et de constater leur ordre de superposition. Près des tuileries, elle a étudié les argiles qui les alimentent, et elle s'est assuré qu'elles appartiennent à l'étage de Purbeck. Elles sont grises et fouettées de rouge comme celles de Montagnant, dont d'ailleurs elles ne sont que la continuation. Elles n'affleurent que sur une bande étroite, parce qu'elles sont recouvertes en grande partie par les alluvions anciennes de la Charente.

Au-dessus de l'étage de Purbeck, la formation crétacée est représentée de la manière suivante :

Étage gardonien.

1° Argiles bleuâtres, pyritifères, dans lesquelles on avait depuis longtemps signalé des végétaux passés à l'état de lignites, et rappelant exactement par leur position les lignites de l'île d'Aix.

Étage carentonien.

2° Sables jaunes et verdâtres, à grains quartzeux, dont il est difficile de bien lire les accidents, à cause de leur recouvrement par la végétation ou par les maisons.

3° Calcaire dur, jaune, affleurant dans la rue principale, au-dessous des premières habitations du village, renfermant la *Caprina adversa* et le *Sphærulites foliaceus*.

4° Argiles tégulines se montrant dans l'intérieur de Sainte-Même, au-dessus de l'église surtout, et renfermant les *Ostrea plicata* et *biauriculata ;* elles sont surmontées par des sables jaunes.

Étage angoumien.

5° Calcaire jaune, dur, servant de base à la pierre de taille, et fournissant de bons moellons.

6° Pierre de taille, dite *la masse*, première qualité, puissance . . . . . 10m.

7° Pierre de taille dure . . . . . 3m.

8° Pierre de taille grise, à grains moins fins. 3m.

Les fossiles disparaissent généralement, ou du moins ils deviennent très rares dans les calcaires, dont le grain permet de les utiliser comme pierres de taille. Cependant on remarque dans les nos 6, 7 et 8 quelques exemplaires du *Radiolites lumbricalis*, du *Sphærulites ponsianus* et de la *Chama Archiaci*.

Étage provencien.

9° Calcaire jaune, friable et en plaquettes.

10° Pierre de taille, dite *cressant*, bonne qualité. 4m.

11° Pierre de taille, dite *palet*, non exploitée. . 4m.

On a observé dans cet étage les *Sphærulites Sauvagesi* et *radiosus*.

12° Terre végétale.

En remontant au-dessus du coteau, dans la direction de la Champagne, on ne tarde pas à rencontrer les calcaires à *Ostrea auricularis*, c'est-à-dire la base de la craie blanche.

Les détails qui précèdent montrent que le coteau de Sainte-Même reproduit la même disposition d'étages et la même distribution de fossiles que les environs d'Angoulême, et que les seules différences à noter ne portent que sur la variation du grain et sur quelques accidents pétrologiques.

La route que nous suivions nous mettait plusieurs fois en contact avec les argiles tégulines qu'on devinait aux sources qu'elles produisent, avec les calcaires à Ichthyosarcolites ou avec les calcaires à *Ostrea columba*. En face d'Angeac-Charente, on a laissé la route de Chateauneuf, pour prendre à angle droit le chemin d'exploitation des carrières d'Angeac et de Chez-Delaisse. On a d'abord traversé un bois planté sur un calcaire dur, rempli de *Radiolites lumbricalis*, et ensuite on a atteint les carrières d'Angeac qui correspondent aux carrières hautes de Sainte-Même qui, comme nous l'avons vu, n'appartiennent plus au même étage que celles qui sont placées à un niveau plus bas. De là, on s'est rendu aux carrières de Chez-Delaisse, dont la couleur de la pierre est jaune, et le grain assez grossier, friable, surtout aux affleurements ; mais cette particularité, si elle enlève quelque valeur aux produits, sert à merveille les intérêts de la science ; car les déblais contiennent une quantité très considérable de fossiles parfaitement conservés, dans lesquels prédominent les *Sphærulites radiosus*, *Sauvagesi*, l'*Hippurites cornu-vaccinum*, des Nérinées, des polypiers, etc. On a eu aussi la bonne fortune de recueillir quelques valves supérieures de Sphérulites armées de leurs apophyses et de leurs dents.

Après une station prolongée sur ce point remarquable qu'on a saccagé, on est descendu sur Chateauneuf par la Combe à Paquet, où l'on a rencontré les calcaires à *Radiolites lumbricalis* qui sont très durs dans cette localité, et ne donnent que des pierres de taille de médiocre qualité ; mais en revanche ils fournissent de très bons pavés échantillonnés. Au-dessous de l'étage angoumien, on a successivement recoupé les calcaires marneux à *Terebratula pectita* et *Ostrea columba*. Le banc

supérieur à Ichthyosarcolites, les sables jaunes, les argiles tégulines, dont les exploitations pour les tuileries qui sont au-dessus du champ de foire ont permis d'examiner d'excellentes coupes ; enfin les calcaires à *Caprina adversa*, formant les talus qui descendent jusqu'aux prairies de la Charente, sous lesquelles existent les grès verts inférieurs. Les environs de Chateauneuf constituent sans contredit une des stations les plus intéressantes pour le géologue qui veut s'initier à la connaissance de la craie du sud-ouest ; aussi ont-ils attiré l'attention de la Société géologique d'une manière spéciale.

La route que nous avons parcourue de Chateauneuf à Nersac nous a mis en face, à la sortie de la ville, de nouvelles exploitations d'argiles tégulines qui là, comme partout ailleurs, sont encaissées entre deux bancs à Ichthyosarcolites. On a longé ensuite quelques falaises escarpées occupées par les grès verts inférieurs, et aboutissant à de vastes plateaux qui jusque vers Saint-Estèphe sont littéralement formés de bancs de *Caprina adversa* et de *Sphærulites foliaceus*. C'est le gisement de Saint-Trojan transporté sur la rive gauche de la Charente. Nersac est au fond d'un petit golfe creusé par le ruisseau de la Boëme. On a atteint de là le plateau de Saint-Michel par une rampe qui permet de passer en revue l'étage portlandien, les argiles lignitifères, ainsi que les grès verts. On a ouvert en haut de la côte plusieurs exploitations de pierres de taille dans le banc même des *Caprina adversa* et *Sphærulites foliaceus*, mais les rudistes y sont rares ; on y a recueilli la *Terebratula Menardi*. Ces bancs s'étendent sous forme frangée et sans interruption jusqu'à la ligne du chemin de fer. A Saint-Michel, ils sont surmontés par les argiles tégulines à *Ostrea biauriculata*.

La journée du jeudi a été donnée au repos, au classement des échantillons collectés, ainsi qu'à une étude plus détaillée des points rapprochés de la ville, et qu'on avait parcourus avec trop de rapidité dans les premières excursions.

La matinée du vendredi, la Société a visité la collection de M. de Rochebrune, qui renferme une belle suite de fossiles de la Charente, et spécialement de ceux des environs d'Angoulême. M. Triger y a reconnu tous les horizons du Mans parfaitement représentés, celui de Rouen excepté. La collection qu'on avait

sous les yeux présentait un intérêt d'autant plus sérieux que M. de Rochebrune, dans son arrangement, n'a obéi à aucune idée systématique, mais qu'il a classé tous ses fossiles par localités et par couches. Aussi la Société a pu s'assurer, tant dans son cabinet que sur les terrains, que non-seulement les espèces ne chevauchaient pas d'un étage dans un autre, mais encore que pas une d'elles ne se référait à la faune de Sainte-Catherine, tandis qu'elles étaient les mêmes que celles des environs du Mans et de la Touraine. »

M. le Président, après cet exposé, fait remarquer que la Société ayant encore à visiter le canton de La Vallette et l'arrondissement de Barbezieux, c'est-à-dire les étages de la craie blanche à *Ostrea vesicularis* et à *Hippurites radiosus* (étages campanien et dordonien de M. Coquand), il serait prudent de n'engager la discussion sur les points sujets à controverse qu'au retour de ces excursions. Toutefois, la craie inférieure étant parfaitement connue dans tout son développement, il y a lieu à s'occuper immédiatement de la place qu'elle occupe dans la formation crétacée.

M. Coquand rappelle à ce sujet les travaux récents qu'il a publiés et les observations faites par lui dans le midi de la France, ainsi que dans la chaîne du Jura, et desquelles il résulte d'une manière claire et incontestable que dans les départements du Gard, du Var, des Basses-Alpes, des Bouches-du-Rhône et du Doubs existait le système à *Ammonites rothomagensis*, *varians*, *Mantelli*, *Turrilites costatus*, *Scaphites æqualis*, *Pecten asper* (faune qui se trouve si bien représentée dans la montagne de Sainte-Catherine), que ce système ne se rencontrait pas dans les deux Charentes, et que la craie inférieure n'a commencé dans ces contrées que lorsque l'étage rothomagien avait été déposé dans d'autres régions. De plus, M. Coquand pense avoir démontré que, dans les localités citées et étudiées par lui, cet étage repose directement sur le gault, et surtout sans l'intermédiaire des couches à *Ostrea columba*, contrairement à ce que MM. d'Archiac et Raulin ont prétendu. Or, il en est de même en Angleterre ; car, dans le Surrey, M. d'Archiac constate (*Hist. des prog. de la géol.*, t. IV, p. 29) que les bancs calcaires avec *Ammonites rothomagensis* et *Mantelli*

diffèrent autant des assises qui les recouvrent que du gault sur lequel ils reposent, et que caractérisent les *Ammonites splendens* et *auritus*. Si l'on parcourt le même ouvrage, on trouve à la page 255 que, dans l'arrondissement de Rhétel, la partie inférieure de la craie tuffeau repose sur les sables argileux du gault. Or, parmi les espèces citées dans la craie tuffeau, 21 ont leur gisement le plus ordinaire (lisez exclusif) au-dessus des sables : ce sont les *Ammonites Mantelli*, *falcatus*, *Cassis avellana*, *Pecten asper*, etc., etc. C'est pareillement au-dessus du gault que l'on trouve vers Gacé (Orne) l'*Holaster suborbicularis*, le *Pecten asper*, l'*Ammonites varians*, le *Turrilites costatus* (*loc. cit.*, p. 247).

On pourrait multiplier les citations qui toutes démontrent que la faune rothomagienne est directement superposée au gault, tant dans le nord que dans le midi de la France, en Angleterre comme en Afrique. Si MM. Raulin et d'Archiac ont cru reconnaître à Sainte-Maure, au Port-la-Pile et dans les environs de Châtellerault, l'équivalent des couches rhotomagiennes de la Motte d'Humbligny dans le Sancerrois, cette assimilation repose non-seulement sur des déterminations de fossiles fautives, mais encore sur des interversions d'étages, comme il sera dit plus tard.

M. Coquand ajoute : 1° que les argiles lignitifères de l'île d'Aix, de Sainte-Même, du pont de Basseau, par lesquelles débute la craie inférieure, sont l'équivalent de l'étage gardonien qui, dans les environs de Saint-Paulet, dans le Gard, sont supérieures à l'étage rothomagien, et qu'elles supportent les bancs à *Ostrea columba* et *plicata*;

2° Que les grés calcaires, sables et argiles qui succèdent à l'étage gardonien, et qui sont caractérisés dans toute leur épaisseur par la présence des *Ostrea biauriculata*, *columba* et *plicata*, constituent un étage distinct et par leur position et par leur faune; que les rudistes (*Caprina adversa*, *Sphærulites foliaceus*, etc., etc.) qu'ils renferment, diffèrent complétement des rudistes que l'on observe dans les étages supérieurs. C'est cet étage, qui est si remarquable dans la Charente, que M. Coquand a nommé carentonien;

3° Que les assises à *Radiolites lumbricalis* et *Sphærulites*

ponsianus, à leur tour, n'ont aucune espèce de fossiles communs avec ceux de l'étage carentonien, et que dès lors le nom d'étage angoumien est justifié ;

4° Enfin que les bancs à *Sphærulites Sauvagesi* et *radiosus* constituent un nouvel étage distinct, l'étage provencien, qui termine ainsi la craie inférieure, la craie supérieure débutant, comme on le sait, par un système de grès et d'argiles sableuses.

M. Alb. Gaudry présente quelques observations au sujet des couches à *Scaphites* de Sainte-Catherine, près de Rouen. Suivant lui, il serait difficile de nier qu'il existe à Sainte-Catherine, à une certaine hauteur au-dessus de l'assise glauconieuse, en position anormale, une petite couche glauconieuse presque semblable, formée par un remaniement.

M. Triger crut devoir insister fortement sur ce fait que la craie à Scaphites de Normandie n'est pas un simple accident, mais qu'elle forme un important horizon géologique. En effet, contrairement à tout ce qui a été publié antérieurement aux travaux de M. Coquand, c'est bien un dépôt inférieur aux sables cénomaniens supérieurs de la Sarthe et aux marnes à ostracées décrites par M. d'Archiac, tandis qu'il forme un hiatus bien prononcé dans la série crétacée des environs d'Angoulême. Or, cette opinion émise par M. Coquand, il la partage sans réserve. L'horizon de la craie glauconieuse de Normandie se représente au cap la Hève, à Rouen, à la butte de l'Aigrefin près d'Aix (Orne), à Nogent-le-Rotrou, au Mans, dans le Jura et jusque dans les Alpes, entre les salines de Bex et Sion, toujours à la même place, présentant les mêmes caractères, renfermant les mêmes fossiles.

M. Coquand ajoute qu'il ne connaît la craie de Rouen que par la faune qui en a été publiée, et que par les fossiles qu'il a en sa possession. Or, ces mêmes fossiles, il les retrouve constamment dans des couches placées au-dessus du gault et recouvertes par les marnes avec ostracées, et, de plus, le parallélisme que l'on peut établir entre la craie de la Sarthe, de la Loire et celle de la Charente démontre d'une manière péremptoire que dans ce dernier département la faune de Rouen doit manquer et manque complétement en effet. Au surplus, si, comme on le prétend, la craie de Rouen forme un étage supérieur aux marnes à

ostracées, comment concevoir que dans les deux Charentes, où la craie inférieure, à partir du gardonien, et la craie supérieure sont plus complètes et mieux représentées que partout ailleurs, on ne puisse parvenir à recueillir un seul fossile de Rouen, tandis que dans le Midi, où le parallélisme se soutient très bien avec tous les étages de la Charente (l'étage rothomagien excepté), on trouve ce dernier placé entre le gault et les marnes à ostracées. Pour soutenir l'opinion contraire, on s'efforcerait en vain d'arguer de la présence de quelques fossiles propres à la craie de Sainte-Catherine, et placés en dehors de leur véritable gisement, tels que les *Ammonites varians*, *Mantelli* et *rothomagensis*. La Société s'est assurée par elle-même, et la collection de M. de Rochebrune l'a démontré surabondamment, que ces déterminations sont inexactes, et que les Ammonites citées sont les *A. polyopsis*, *Bourgeoisi* et *navicularis*, qui appartiennent à un tout autre niveau. M. Coquand s'explique difficilement que la couche à Scaphites de Sainte-Catherine ne contienne que des fossiles remaniés, et que justement ces fossiles, portés dans un étage beaucoup plus élevé, soient tous, sans exception, les représentants d'une faune inférieure à l'*Ostrea columba*, réunis en colonie à la base de la craie blanche, sans qu'on remarque, mélangée avec eux, une seule espèce propre à l'étage qui aurait donné asile à cette légion étrangère. Outre qu'il ne serait peut-être pas facile de se rendre compte d'un remaniement de ce genre, quand couches remaniées et couches non remaniées sont concordantes, et par conséquent sans que les premières aient formé falaises, il serait plus difficile d'expliquer comment il se fait que les corps remaniés, tels que des Nautiles de grosse dimension, des Ammonites ayant conservé leur test nacré, des Limes, dont les arêtes si fines et si fragiles sont restées intactes, ne se trouvent pas associés à des cailloux ou à des fragments calcaires arrachés à la même couche que celle qui a fourni les coquilles, et surtout comment la gangue, qui a rempli l'intérieur des bivalves à l'époque de leur enfouissement, est précisément identique avec la roche qui les contient aujourd'hui. Or, dans l'hypothèse d'un remaniement, cette identité serait presque miraculeuse. Au surplus, quand même on démontrerait que les fossiles de Sainte-Catherine

sont, par exception, en dehors de leur station primitive, il suffirait à M. Coquand, pour justifier son opinion, d'avoir démontré que partout ailleurs ces fossiles ont leur gisement normal au-dessous des couches à *Ostrea columba*, et que, partant, ils doivent manquer dans la Charente, puisque dans cette contrée la série débute par les bancs à *Ostrea columba*.

J'ajourne à une séance prochaine, ajoute M. Coquand, c'est-à-dire après l'examen complet de la formation crétacée, les explications que j'ai à présenter sur la concordance qu'on peut établir entre la craie du bassin de la Loire et celle des deux Charentes, et j'espère prouver que, si l'on a refusé au sud-ouest le privilége de posséder la craie blanche de Meudon et de Maëstricht, cette négation du droit provient uniquement de fausses interprétations avancées par M. d'Archiac et acceptées sans contrôle par d'autres géologues.

La séance est levée à dix heures et demie du soir.

Séance du samedi 12 *septembre* 1857.

PRÉSIDENCE DE M. COQUAND.

La séance est ouverte à huit heures du soir, dans la salle de réception de l'hôtel de ville.

M. A. Gaudry donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. Coquand met sous les yeux de la Société une série de planches de fossiles inédits qui doivent être publiés dans le volume explicatif de la carte géologique de la Charente. Il annonce en même temps qu'il a dressé un catalogue général de tous les fossiles qui ont été signalés dans les deux Charentes, ainsi que dans la Dordogne, et qui sont répartis dans les huit étages admis par lui dans la série crétacée de cette partie de la France. Il rend compte ensuite de la course que la Société géologique a faite dans la journée :

« On s'est d'abord rendu à Chalais, à la limite méridionale du département, dans le but d'étudier, tant dans les environs

de Chalais que dans ceux d'Aubeterre, les deux étages les plus élevés de la craie supérieure, c'est-à-dire les bancs à *Ostrea vesicularis* (craie micacée de M. d'Archiac), et ceux à *Radiolites Jouanneti* et *Hippurites radiosus* (calcaires jaunes supérieurs du même auteur). La pluie et l'absence de tous moyens de transport n'ont pas permis de réaliser cette partie du programme ; on s'est borné à constater que Chalais est bâti sur le calcaire à *Ostrea vesicularis* qui y est exploité comme pierre de taille, et l'on est revenu à Montmoreau, où, en se dirigeant vers un autre point, on a obtenu le même résultat. Ce point était indiqué forcément, car les bancs à *Hippurites radiosus* constituant l'étage dordonien, ne sont représentés dans la Charente que dans trois localités, le Maine-Roi, Aubeterre et Lamérac (arrondissement de Barbezieux). On s'est donc dirigé vers le Maine-Roi. Les escarpements de la vallée de la Tude ont montré au-dessus de l'étage santonien (*Micraster brevis*) des bancs d'un calcaire crayeux, contenant en grande abondance les *Ostrea vesicularis*, *O. pyrenaica*, *O. Matheroni*, *O. laciniata*, *O. larva*, l'*Orbitolites media*, l'*Hemiaster prunella*, des exemplaires du *Sphærulites Hœninghausi*, bancs dans lesquels M. Coquand avait déjà recueilli l'*Ananchytes ovata*, le *Conoclypeus Leskei*, le *Baculites Faujasi* et la *Crania Ignabergensis*, etc., etc. Cette craie blanche, qui se développe du côté d'Aubeterre, est couronnée, en face de Maine-Roi, par un coteau que recouvrent vers l'E. les sables tertiaires. Ce coteau montre un nouveau système de couches, dans lequel disparaissent tous les fossiles précités, pour faire place à une accumulation vraiment extraordinaire d'*Hippurites radiosus*, de *Radiolites Jouanneti*, *Bournoni*, de *Sphærulites cylindraceus*, *Toucasi*, et d'*Ostrea Lameraciana* (Coquand), de polypiers et de bryozoaires. Ce système acquiert quelquefois assez de consistance pour fournir des pierres de taille qui, au Maine-Blanc, sont de qualité médiocre. C'est cette localité et puis celle de Lamérac qui ont fourni à M. Bayle et à M. Coquand les magnifiques exemplaires qui ornent les collections de l'École des mines et de la Faculté des sciences de Besançon. Cet étage supérieur est beaucoup mieux développé dans le département de la Dordogne, par la raison qu'il a été respecté davantage par les

agents destructeurs. Après avoir fait une ample moisson de Rudistes, la Société a constaté le recouvrement immédiat de l'étage dordonien par les sables tertiaires, puis elle est rentrée à Angoulême.

Après l'exposé qui précède, M. Triger prend la parole, et il s'empresse de reconnaître comme très exactes les observations faites par M. Coquand dans l'ensemble de la formation crétacée de la Charente. Suivant M. Triger, cette formation a été interprétée d'une manière aussi intelligente que précise. A l'exception des étages campanien et dordonien qui manquent dans la vallée de la Loire et de la Sarthe, toutes les autres divisions inférieures, admises par M. le Président, se retrouvent dans la Touraine terme pour terme. En revanche, les environs du Mans possèdent, au-dessous des marnes à Ostracées, l'étage rhotomagien qui manque dans la Charente.

M. Triger esquisse ensuite à grands traits les caractères de la craie de la Sarthe.

M. Coquand prend de nouveau la parole, et embrassant dans un résumé général ses propres observations et celles faites par ses collègues, il s'attache à justifier la classification nouvelle qu'il propose de la craie inférieure et de la craie supérieure, ainsi que les noms nouveaux qu'il impose à ses étages. Définissant l'étage en géologie, la réunion de toutes les couches qui renferment les mêmes espèces fossiles, indépendamment de leur composition minéralogique, et reconnaissant que la distribution de ces fossiles correspond constamment à un ordre invariable de superposition, il a dû repousser les expressions vagues de craie glauconieuse, de craie chloritée, de grès verts, de craie blanche, de craie jaune, de craie micacée, etc., etc., et les remplacer par des dénominations univoques. M. d'Orbigny avait entrepris une réforme de ce genre, et divisé la craie inférieure et la craie supérieure en trois étages qu'il avait nommés *cénomanien*, *turonien* et *sénonien;* mais ces noms ne pouvaient être conservés, par la raison que les étages de M. d'Orbigny contenant plusieurs faunes distinctes, n'étaient en réalité que des groupes.

M. Coquand, dans le choix de mots nouveaux, s'est laissé guider par des questions de convenance géographique, c'est-à-

dire qu'il a emprunté à la contrée qui offrait le type le plus parfait et le mieux connu de l'étage à créer, le nom même que l'étage devait porter. Ce n'est donc point un simple désir d'innovation qui a dirigé l'esprit de sa classification, mais bien le besoin d'une méthode rigoureuse. Aussi les expressions qu'il a choisies de rhotomagien, de gardonien, de carentonien, d'angoumien, de provencien, de coniacien, de santonien, de campanien et de dordonien, doivent être prises dans la même acception que les expressions de kimméridien, de portlandien, de wealdien, d'oxfordien, de permien, de silurien, etc., etc. Or, puisqu'on n'a jamais protesté contre la signification qu'on attribue à ces derniers étages, on n'est point en droit de se récrier contre les étages nommés par M. Coquand, car ils sont établis d'après les mêmes principes et représentent des formules équivalentes. A mesure que les observations se multiplient, les méthodes scientifiques doivent se perfectionner, et si dans les premiers temps de la géologie expérimentale le mot de *terrain secondaire* suffisait pour désigner l'ensemble des terrains placés au-dessus du terrain houiller, des subdivisions nombreuses ont dû démembrer successivement ces grandes unités. Aujourd'hui on s'accommode assez bien de voir le *lias inférieur* détrôné par l'étage *sinémurien*, le *lias moyen* par l'étage *liasien*, et le *lias supérieur* par l'étage *toarcien*. Il suffit pour cela que chacune des divisions proposées corresponde à une faune distincte, et les noms univoques valent mieux en science que les périphrases.

M. d'Archiac, à son tour, divise la bande crétacée des deux Charentes en quatre étages qui sont :

1er étage. Calcaire jaune supérieur.
2e — Craie grise, marneuse ou glauconieuse et micacée.
3e — Calcaire blanc ou jaune, calcaires marneux avec Ostracées et Ammonites.
4e — Calcaires à Caprinelles, sables et grès verts ferrugineux, argiles pyriteuses et lignites.

Si ces subdivisions ont un mérite, ce n'est pas à coup sûr celui du laconisme ; mais ces étages, suivant M. Coquand, ne sont autre chose que des groupes purement artificiels, et de plus ils ne reposent sur aucune base philosophique, car non-seule-

ment ils comprennent plusieurs faunes distinctes, mais encore, suivant les localités ou des ressemblances minéralogiques, l'auteur les assujettit aux proportions d'un lit de Procuste, les taille, les émonde et les fait sans raison empiéter les uns sur les autres. Aussi cet enchevêtrement, qui rend la lecture des travaux de M. d'Archiac si difficile, donne lieu à des récurrences de fossiles que la nature désavoue. En effet, placer, ainsi que le fait ce géologue, l'*Ostrea vesicularis*, l'*O. larva*, l'*O. auricularis*, l'*O. santonensis*, le *Sphærulites Hœninghausi*, le *Trochus Marroti* et une foule d'autres fossiles (*Hist. des prog. de la géol.*, t. IV, p. 404) dans son étage supérieur du calcaire jaune, et répéter la même liste de fossiles dans son second étage de la craie micacée, c'est confondre des ordres de faits parfaitement distincts, et dire, par exemple, que les grès de Fontainebleau sont la même chose que les fahluns de la Touraine. Cette méprise provient sans doute de ce qu'on a remarqué que les calcaires jaunes et la craie micacée fournissent également des pierres de taille, comme on peut le voir à Aubeterre, à Chalais et au Maine-Roi, sans se préoccuper si les carrières occupent le même niveau géologique.

Le troisième étage de M. d'Archiac comprend des calcaires marneux avec ostracées. Or la plus commune de ces ostracées est l'*Ostrea columba*. Cette espèce y forme un horizon remarquable, mais elle est spéciale aussi à son quatrième étage, où elle se montre tout aussi abondante. Voilà donc des couches en série, caractérisées par les mêmes fossiles formant un seul tout, scindées en deux étages séparés. On ne ferait rien de plus irrationnel, si l'on attribuait les bancs à *Ostrea arcuata* du Jura et de la Bourgogne moitié au lias inférieur et moitié aux marnes irisées. On serait en droit d'exercer une critique tout aussi fondée sur les autres étages qui, d'après l'auteur des *Progrès de la géologie*, comprennent la faune de Sainte-Catherine, tandis qu'il est bien démontré aujourd'hui que cette faune ne peut exister et n'existe pas dans les deux Charentes. Aussi M. Coquand, en subdivisant la craie du sud-ouest en huit étages, n'a pu prendre pour base de ses étages les divisions admises par M. d'Archiac.

Ces erreurs, qui sont certainement excusables quand un

seul observateur embrasse une formation aussi considérable que la craie dans son ensemble et dans ses détails, sont reproduites pour la craie de la Touraine, et deviennent plus graves encore dans la comparaison que M. d'Archiac établit entre les étages crétacés du sud-ouest et ceux du bassin de la Loire (*ibid.*, p. 458). Il n'y a qu'à lire attentivement les travaux de ce savant, pour voir qu'il s'est attaché davantage à la composition minéralogique qu'à la distribution des fossiles, d'où des méprises tellement nombreuses que la liste des espèces qu'il cite, au lieu de servir de fil conducteur, entraînerait, si elle était suivie sans correction, dans des erreurs sans nombre et inévitables.

Avant de se rendre à Angoulême, M. Coquand a consacré le mois d'août à l'étude de la craie dans les environs de Tours, de Sainte-Maure et de Châtellerault, et il ne lui a pas été difficile de saisir dans ces contrées la même relation d'étages caractérisés par les mêmes fossiles que dans la Charente. En effet, dans les environs de Vernou, de Marmoutiers, de Sainte-Radegonde et dans la vallée de la Brenne, on observe, en procédant de bas en haut : 1° une craie blanche, tendre, creusée partout pour les habitations, à *Ostrea columba*, *Terebratula pectita*, et correspondant à la partie inférieure de l'étage carentonien; 2° une craie jaune, dure (fournissant de la pierre de taille), avec *Hippurites cornu-vaccinum*, correspondant aux étages angoumien et provencien; 3° des calcaires durs, bleuâtres, picotés de glauconie, avec *Terebratula Arnaudi* et *Ostrea auricularis* (Tours), étage coniacien; 4° des calcaires tendres avec silex intercalés, caractérisés par la *Terebratula vespertilio*, le *Micraster brevis*, la *Terebratula coniacencis*, Coquand, et surmontés par des calcaires tendres avec *Ostrea Turonensis*, *O. frons*, *O. santonensis* (étage santonien).

Ces derniers calcaires, bien loin de terminer la série crétacée, supportent encore dans la Charente les bancs à *Ostrea vesicularis* (craie de Meudon), dont le château de Vendôme représente probablement les bancs les plus inférieurs, et les calcaires jaunes à *Hippurites radiosus* qui ne sont pas les calcaires jaunes de la Touraine. Ainsi, dans la Touraine, la craie est moins complète que dans la Charente, puisque les deux étages cam-

panien à *Ostrea vesicularis*, *Ananchytes ovata*, et dordonien à *Hippurites radiosus* y manquent positivement. Ainsi M. d'Archiac, en parallélisant la craie jaune de Touraine et la craie jaune de la Charente, courbe sous le même niveau la partie supérieure de la craie inférieure et la partie inférieure de la craie supérieure, c'est-à-dire assimile Maëstricht avec Angoulême, Meudon avec Uchaux, deux systèmes qui sont séparés l'un de l'autre par l'épaisseur de quatre étages, le coniacien, le santonien, le campanien et le dordonien. On conçoit alors comment cet auteur a été conduit à faire bon marché de la signification des fossiles ; car, pour être conséquent avec les prémisses des principes erronés qu'il a suivis, il a été forcé de proclamer, contrairement à ce qui existe réellement, que les lois de la distribution des faunes n'étaient pas en harmonie avec les lois de la superposition. Or cette anomalie ne se vérifie en aucune façon, et si dans le tableau de concordance des étages on replace chacun d'eux en regard de celui qui lui correspond véritablement dans la nature, on trouve au contraire que les mêmes espèces de fossiles caractérisent exactement les mêmes couches, soit dans la Sarthe, soit dans le Midi, soit dans le bassin de la Loire, soit dans celui de la Charente.

M. Coquand, qui a étudié Sainte-Maure, prétend que cette localité intéressante a été interprétée par M. d'Archiac d'une manière tout aussi peu exacte. On remarquera dans le terrain crétacé des environs de cette ville deux étages, dont le plus inférieur, composé d'une craie blanche, tendre, passant au tuffeau, renferme l'*Ostrea columba* (variété *major*), la *Terebratula pectita* et l'*Ammonites navicularis* (étage carentonien, partie supérieure), et dont le second est formé d'un calcaire dur, jaune, avec *Hippurites cornu-vaccinum*, qui est l'équivalent de la craie de Sainte-Radegonde et de Vernou (angoumien et provencien), M. d'Archiac fait des couches à *Ostrea columba* l'équivalent de la craie micacée de la Charente (craie de Meudon), et des calcaires durs qui appartiennent à la craie inférieure l'équivalent du dordonien (craie de Maëstricht).

On comprend de cette manière pourquoi M. d'Archiac a refusé au sud-ouest le bénéfice de représenter la craie blanche. En effet, voici le raisonnement de ce savant : le calcaire jaune

de Touraine et le calcaire jaune de la Charente sont placés au même niveau. Le calcaire jaune de Touraine est surmonté à Vendôme par les premières assises de Meudon. Or le calcaire jaune de la Charente n'est pas recouvert par d'autres couches crétacées. Donc la craie blanche manque dans cette dernière contrée; mais en replaçant les choses dans leur véritable situation, nous répondrons à M. d'Archiac : votre calcaire jaune de Touraine n'est point l'équivalent du calcaire jaune de la Charente, mais il représente les calcaires jaunes de la craie inférieure, et il supporte dans le bassin de la Loire : 1° les calcaires à *Ostrea auricularis;* 2° les calcaires à *Micraster brevis* et *Spondylus truncatus* (qui ne sont pas encore la craie de Meudon) ; 3° au château de Vendôme, la base de la craie blanche, mais non encore Meudon.

Dans la Charente, les calcaires blancs qui correspondent à la craie jaune de Touraine, et qui sont la partie la plus élevée de la craie inférieure, supportent, comme dans la vallée de la Loire : 1° l'étage à *Ostrea auricularis* (coniacien); 2° les calcaires à *Micraster brevis* et à *Spondylus truncatus* (santonien), et de plus que dans la vallée de la Loire; 3° les bancs à *Ostrea vesicularis*, *Ananchytes ovata* et *Ostrea larva* (campanien) ; 4° enfin les calcaires jaunes supérieurs à *Hippurites radiosus* (dordonien). Donc la Charente contient les horizons de Meudon et de Maëstricht qui n'existent pas dans le bassin de la Loire.

On n'est plus étonné alors de voir l'auteur dont nous critiquons les travaux, et qui parallélise la craie inférieure d'une contrée avec la craie supérieure de l'autre, avancer que les faunes se mélangent, et que l'*Ostrea columba*, qu'on place dans la prétendue craie micacée de Sainte-Maure, doit se trouver pareillement dans la véritable craie micacée de la Charente, quoiqu'on ne l'y ait pas rencontrée. Voilà pourquoi aussi la craie micacée de la Charente contient l'*Ostrea vesicularis*, tandis que celle de Sainte-Maure ne renferme que l'*Ostrea columba;* voilà pourquoi Sainte-Maure ne renferme que des fossiles de la craie inférieure, tandis que la craie micacée du sud-ouest ne contient que des fossiles de la craie blanche ; voilà enfin pourquoi aussi les horizons de Maëstricht et de Meudon existent dans le sud-ouest et manquent dans la Touraine. Or, en dres-

sant des catalogues de fossiles d'après des données pareilles, on parvient facilement à démontrer que la paléontologie est sans valeur pour la détermination des étages.

M. Coquand n'est point renseigné suffisamment sur la manière dont les fossiles sont distribués dans les terrains crétacés d'Aix-la-Chapelle et de Maëstricht; mais la confiance que lui inspire la paléontologie le laisse dans la conviction que les sables de la première localité doivent être l'équivalent des grès de Cognac, et former par conséquent la base de la craie supérieure, et non point être une dépendance des grès verts. Quant à Maëstricht, les fossiles qu'il en possède, et qui se retrouvent à Aubeterre, lui font penser qu'avec un peu d'attention on finira par y découvrir le même ordre de distribution que dans la Charente. Meudon ne renferme évidemment qu'une partie de la *craie blanche*, et ne remonte pas au-dessus du niveau de l'*Ananchytes ovata* du sud-ouest. Au-dessus de cet horizon, on retrouve à Aubeterre les bancs à *O. pyrenaica*, Leym., *O. larva*, *Conoclypeus Leskei*, *Sphærulites Hæninghausi*, *Orbitolites media*, *Hemiaster prunella*, qui se répètent à Maëstricht, et enfin, au-dessus de ces derniers systèmes, les couches à *Hippurites radiosus*, *Radiolites Jouanneti*, etc., qui doivent se rapporter aux couches de Maëstricht à *Hippurites Lapeirousii*.

Les rapports de ressemblance et les synchronismes que M. Coquand a établis entre les formations crétacées de la Provence, de la Touraine et du sud-ouest, du moins pour les étages qui sont représentés dans ces diverses contrées, existent pareillement pour la craie du département de l'Aude, dont M. d'Archiac a donné une description en 1854 (*Bulletin*, t. XI, p. 185). En effet, ce géologue a résolu, pour ainsi dire sans appel, l'ordre de succession des couches; « car elle a été vérifiée des » deux côtés de la rivière de la Sals, puis dans les montagnes » et les vallées adjacentes, sur un assez grand nombre de points, » *pour ne nous laisser aucune incertitude* (p. 186). » Ainsi, l'avantage qu'offre ce travail est, sans contredit, celui de s'appuyer sur les lois de la superposition, et par conséquent de reléguer au second plan les conséquences à tirer de la distribution des fossiles.

M. d'Archiac reconnaît dans les coupes détaillées qu'il a

données de la vallée de la Sals, au-dessous de grès et d'argiles non fossilifères :

1° Des marnes bleues, avec *Pecten quadricostatus*, *Spondylus spinosus*, *Exogyra Matheroniana* et *Ostrea vesicularis?*.
2° Des grès, des calcaires et des marnes.
3° Des calcaires jaunâtres et bruns, avec *Ananchytes ovata*, *Micraster brevis*, *Pecten quadricostatus*, *Ostrea frons*, *terebratula difformis*, *Cerithium rennense*, d'Arch. (*Phasianella supracretacea*, d'Orb.).
4° Des calcaires solides, jaunes.
5° Des poudingues calcaires, à noyaux de quartz.

Sans se préoccuper ici des caractères pétrographiques, M. Coquand reconnaît déjà dans le système supérieur les représentants au moins de ses étages santonien et coniacien, sinon une partie de l'étage campanien, c'est-à-dire une grande partie de la craie supérieure telle qu'il l'a définie dans le sud-ouest.

Mais continuons :

6° Calcaire à Rudistes, à *Hippurites organisans*, *bioculatus*, etc.
7° Grès, calcaires et marnes alternant.
8° Calcaire avec *Exogyra columba*, *flabellata*, *Ostrea carinata* et *Caprinella triangularis*.
9° Grès quartzeux jaunâtre.
10° Calcaire gris, avec Alvéolines.
11° Calcaire en plaquettes.

Ce deuxième système nous montre, dans les nos 6 et 7, nos étages provencien et angoumien de la craie inférieure de la Charente ; dans les nos 8, 9, 10 et 11, l'étage carentonien avec les mêmes fossiles, la même *Caprinella*, les mêmes Alvéolines et dans la même position. Or, comme cette coupe se rapporte aussi bien au terrain crétacé de la Touraine, il résulte pour M. Coquand la démonstration rigoureuse que dans l'Angleterre comme en Belgique, que dans les bassins de la Loire, de la Seine, comme dans celui de la Charente, que dans les Pyrénées comme en Provence et dans le Jura, l'ordre de succession des divers étages de la craie est invariablement le même ; que cet ordre est aussi nettement indiqué par la superposition que par la différence de faunes, et que des faunes

semblables correspondent dans ces divers bassins à des étages synchroniques.

C'est ce que reconnaît très bien M. d'Archiac lui-même, en parallélisant les assises de l'Aude avec celles du sud-ouest. « La présence de la *Caprinella triangularis* (p. 204) si carac-» téristique, citée pour la première fois dans les Corbières, » ajoute l'auteur, rend l'analogie frappante (par rapport à la » Dordogne et aux deux Charentes), et ce qui ajoute encore à » l'identité des rapports, c'est l'existence d'une couche à Al-» véolines précisément à la base de la formation sur l'un et » l'autre point. »

Cette déclaration de principes, à laquelle M. Coquand s'associe sans restriction, ne serait-elle vraie pour l'auteur dont on a cité les paroles que pour un seul fossile et pour un seul étage de la craie? Si le fait est applicable aux autres terrains de la série, pourquoi alors M. d'Archiac concède-t-il à l'*Ananchytes ovata*, au *Conoclypeus Leskei*, à l'*Hemiaster prunella*, à l'*Hemipneustes radiatus*, à l'*Orbitolites media*, aux *Ostrea frons*, *larva*, *vesicularis* au *Sphærulites Hæninghausi*, à l'*Hippurites radiosus*, et à une foule d'autres fossiles communs à Maëstricht et à la Charente, le privilége singulier de représenter la craie supérieure sur les bords de la Meuse et la craie inférieure sur ceux de la Charente? M. Coquand espère que les arguments sur lesquels il s'est appuyé pour combattre l'opinion de M. d'Archiac feront cesser cette contradiction apparente, et démontreront que la paléontologie est en accord parfait avec la géologie.

Ces observations, qu'on aurait pu renforcer par de nouvelles preuves, suffiront pour justifier le classement nouveau que M. Coquand a adopté, et qui peut se résumer par les deux propositions suivantes :

1° La faune de la craie glauconieuse de Rouen et des grès verts inférieurs du Mans n'est point représentée dans les deux Charentes;

2° La craie supérieure qui commence aux couches à *Ostrea auricularis* est plus complète que dans le bassin de Paris, et remonte aussi haut qu'à Maëstricht (l'étage pisolithique réservé).

Le tableau suivant indique dans leur ordre de succession les étages reconnus par M. Coquand dans la portion des formations crétacées placée au-dessus du gault :

Craie inférieure.

1er ÉTAGE ROTHOMAGIEN. — *Ammonites rothomagensis, varians, Mantelli, Scaphites æqualis, Turrilites costatus, Pecten asper.* — Rouen, Sancerrois, Provence, le Mans, Gard, Jura, Surrey. — 2e horizon de rudistes.

2e ÉTAGE GARDONIEN. — Espèces lacustres très abondantes à Saint-Paulet. — Gard, Provence, île d'Aix, Angoulême.

3e ÉTAGE CARENTONIEN. — *Sphærulites foliaceus, Caprina adversa, Ostrea columba, plicata, biauriculata, Janira Fleuriausi, Ammonites Fleuriausi, navicularis, Terebratula pectita.* — La Touraine, la Sarthe, Sainte-Maure, les deux Charentes, la Dordogne, la Provence, le Gard. — 3e horizon de rudistes.

4e ÉTAGE ANGOUMIEN. — *Radiolites lumbricalis, Sphærulites ponsianus.* — La Sarthe, la Touraine, Sainte-Maure, les deux Charentes, la Provence. — 4e horizon de rudistes.

5e ÉTAGE PROVENCIEN. — *Sphærulites Sauvagesi, Moulinsi, Hippurites cornu-vaccinum.* — La Touraine, les deux Charentes, la Provence. — 5e horizon de rudistes.

Craie supérieure.

1er ÉTAGE CONIACIEN. — *Ostrea auricularis, Terebratula Arnaudi, Sphærulites Coquandi.* — Touraine, les deux Charentes, Périgord. — 6e horizon de rudistes.

2e ÉTAGE SANTONIEN. — *Micraster brevis, Spondylus truncatus, Rhynchonella vespertilio, Radiolites Arnaudi.* — Touraine, les deux Charentes. — 7e horizon de rudistes.

3e ÉTAGE CAMPANIEN. — *Ostrea vesicularis, larva, Ananchytes ovata, Baculites Faujasi, Hemiaster prunella, Conoclypeus Leskei, Sphærulites Hæninghausi, alatus, Radiolites royanus, fissicostatus.* — Meudon, Maëstricht, les deux Charentes, la Provence, les Alpes du Dauphiné, Gensac (Haute-Garonne). — 8e horizon de rudistes.

4e ÉTAGE DORDONIEN. — *Ostrea lameraciana, Hippurites radiosus, Radiolites Jouanneti, Bournoni, Sphærulites Toucasi, cylindraceus.* — Les deux Charentes, la Dordogne, Maëstricht. — 9e horizon de rudistes.

Il est à remarquer que les nombreuses espèces de rudistes qui caractérisent ces divers étages ne se trouvent jamais confondues. Ce sera l'honneur de la paléontologie sainement interprétée de faire justice de toutes les erreurs commises jusqu'ici

par les géologues stratigraphes qui n'ont pas tenu assez compte de la distribution des fossiles.

Séance du dimanche 13 *septembre* 1857.

PRÉSIDENCE DE M. COQUAND.

En l'absence de M. Gaudry, secrétaire, M. Paul Marès est prié par M. le Président d'en remplir les fonctions.

M. Coquand rend compte de la course faite dans la journée.

La Société avait accepté de l'un de ses collègues, M. de Nanclas, l'invitation qu'il lui avait adressée de passer le dimanche au château de Malberchie, qui est placé presque sur la limite de la craie inférieure et de la craie supérieure. Cette station, si heureusement choisie, offrait la faculté d'étudier et de contrôler, avec toute la convenance désirable, les relations des divers étages que l'on avait déjà étudiées dans les arrondissements de Cognac et de Barbezieux.

Arrivée à la station de Charmant, la Société a reconnu dans les tranchées du chemin de fer une craie marneuse, blanche, avec *Ostrea vesicularis* et *Radiolites fissicostatus*, puis elle s'est rendue à La Vallette en voiture. De là elle a gagné à pied le château de Malberchie, en battant les coteaux de la Raffinie qui sont le prolongement de celui qui supporte le château ruiné de La Vallette. Elle a traversé d'abord les calcaires avec silex, caractérisés par l'*Ostrea proboscidea*, le *Spondylus truncatus*, le *Micraster brevis* (étage santonien). Au point d'intersection de la route de la Rochebeaucourt et de celle de Malberchie, elle s'est trouvée en face de bancs également crayeux, avec *Ostrea vesicularis*, *santonensis*, *frons*, *Matheroni*. La première est tellement abondante que les terres qui proviennent de la destruction des bancs qui la renferment en sont littéralement couvertes. Les bancs supérieurs ont fourni le *Radiolites Hœninghausi*, l'*Hemiaster prunella* et l'*Ostrea vesicularis*. Le coteau de la Raffinie appartient à la craie blanche de Meudon, et il constitue la partie la plus élevée

de la formation crétacée représentée dans cette localité; mais on sait qu'elle est plus complète dans les environs d'Aubeterre et de Montmoreau.

De la Raffinie, la Société s'est rendue à Malberchie, en suivant une dépression de terrain qui l'a remise en présence de l'étage santonien, et remarquable par la grande quantité de Spondyles à test siliceux qu'elle renferme (*S. truncatus*, *santonensis*). Dans les environs du château, on a fait ample moisson de *Rhynchonella vespertilio*, de *Terebratula coniacensis*, d'*Ostrea proboscidea*, d'échinodermes, puis elle a fait honneur à un déjeuner confortable qui s'est terminé par la visite des collections de M. de Nanclas.

La Société s'est ensuite dirigée vers les coteaux qui s'étendent au midi du château, et elle a bientôt quitté l'étage santonien pour entrer dans l'étage coniacien, que des milliers d'*Ostrea auricularis*, détachées de leur gangue, ont facilement fait reconnaître. Il serait peut-être impossible de citer une seconde localité où une seule espèce de fossiles ait pris autant de développement que l'*Ostrea auricularis* dans le canton de La Vallette. La base du coniacien est formée d'un calcaire à grains tendres qui permet de l'utiliser comme pierre de taille. Plusieurs carrières ont été ouvertes à ce niveau, entre Roncenac et La Vallette. L'*Ostrea auricularis* y est associée à une foule de bryozoaires et à l'*Arca sagittata*. Une particularité à signaler consiste en un banc de jaspe jaune, feuilleté, qu'on trouve subordonné à cet étage dans le voisinage de Vinaigre. De grandes plaques sont dressées en pierres druidiques à quelque distance des affleurements. Après avoir atteint au fond de quelques ravins les bancs supérieurs de l'étage provencien, on a tiré en écharpe vers le N.-E., et l'on a gravi la butte dite de Chaumont, que sa blancheur désigne de loin, en remontant la série de la craie supérieure jusqu'au niveau des *Ostrea vesicularis*, c'est-à-dire en recoupant le même système géologique que l'on avait reconnu depuis La Vallette jusqu'au coteau de la Raffinie. Un dîner splendide attendait la Société à son retour au château. M. et madame de Nanclas en ont fait les honneurs avec autant d'amabilité que de distinction, et aussi, lorsqu l'heure du départ fixé par les exigences réglementaires du

chemin de fer a sonné, chacun a trouvé trop courte une journée si bien remplie.

A la suite de cet exposé qui ne soulève aucune discussion, M. Delanoüe fait une communication fort intéressante sur la formation des minerais de fer, de manganèse et de plomb, qu'on remarque dans le voisinage de la zone granitique du département de la Dordogne. Il recherche les causes probables auxquelles ces diverses substances doivent leur origine.

Suivant M. Delanoüe, des sources thermo-minérales se seraient fait jour à travers les eaux de la mer jurassique, et auraient apporté de l'intérieur du globe des principes particuliers qui se seraient incorporés aux matériaux ordinaires dont se composent les divers étages de la formation oolithique.

M. Coquand expose que, dès la première année qu'il s'est occupé de la carte géologique de la Charente, il s'est appliqué à rechercher la part que pouvait revendiquer la nature du sol dans la production des diverses qualités d'eaux-de-vie qui font la richesse et la réputation du département. Le commerce en reconnaît généralement quatre qualités qui sont cotées à des prix différents, et que l'on désigne sous les noms d'eaux-de-vie de *grande Champagne*, de *petite Champagne*, de *bon bois* et de *bois*. La première provient presque exclusivement des coteaux méridionaux de l'arrondissement de Cognac qui sont composés d'un calcaire crayeux, tendre, et qui correspondent à la craie blanche de Meudon, dont ils renferment les principaux fossiles, l'*Ostrea vesicularis* entre autres. La petite champagne commence au pied de ces coteaux, et forme la vaste plaine qui, des environs de Châteauneuf, s'étend par Segonzac jusqu'aux plaines de Cognac, et dont le sol est aussi constitué par un calcaire crayeux, mais un peu plus consistant que celui de la grande Champagne. Cette plaine est occupée presque exclusivement par l'étage santonien. Le *bon bois* est spécial aux calcaires durs et solides, dont le sous-sol, ordinairement très pierreux, est connu sous le nom de *terrain de groie* (gravois). Les étages coniacien, provencien et angoumien sont les types par excellence de ces sortes de terrain. La formation jurassique, surtout les étages portlandien et kimméridien, composés de calcaires marneux et de calcaires solides, reproduit fréquemment

les accidents du sol de *groie*, et donne naissance à des produits identiques.

Enfin, le terrain tertiaire avec ses argiles et ses sables, et dont le sol avant le défrichement était couvert de bois, donne des vins plus forts, propres à la table, mais qui fournissent des eaux-de-vie moins estimées, et qui n'acquièrent jamais en vieillissant la saveur ni le moelleux des eaux-de-vie de la fine Champagne. La réputation justement méritée dont jouissent les produits des environs de Cognac ne tient point à des idées de vogue ou de caprice, comme on l'entend souvent répéter : elle est liée essentiellement et matériellement à la constitution géologique du sol, c'est-à-dire à l'extension qu'ont prise les étages campanien et santonien, ainsi qu'à la rareté des terrains tertiaires.

Les cantons de La Vallette et de Blanzac, l'arrondissement tout entier de Barbezieux, sont aussi envahis par la formation crétacée supérieure, la même qu'on observe dans la Champagne de Cognac ; mais ici le recouvrement par les terrains tertiaires, d'une grande partie de la surface des coteaux les mieux exposés, en altérant la qualité des terres, a aussi altéré la qualité des produits qui exigent avant tout des sols calcaires. Ce fait a conduit à supposer à tort que les calcaires blancs étaient impropres dans ces contrées à fournir des esprits aussi fins que dans la Champagne, et ce jugement, formulé d'après la moyenne des produits mélangés, a trompé les agriculteurs, mais non les acheteurs, sur la valeur réelle de certaines eaux-de-vie qui, vendues directement ou bien entreposées dans les caves de la grande Champagne, ont pu, grâce à ce baptême, entrer en concurrence avec les provenances des cantons privilégiés de l'arrondissement de Cognac. M. Coquand, fort d'une expérience de huit années, ne craint pas d'affirmer que c'est à la géologie que revient l'honneur d'avoir éclairé les propriétaires sur leurs véritables intérêts par l'application d'un principe réparateur, et il se félicite beaucoup d'avoir été pour ainsi dire l'instrument qui a opéré cette révolution agricole. Aussi la question de la qualité des eaux-de-vie, que fournit en si grande abondance le département de la Charente, se résout par une formule géologique, et l'examen du sol ou de la carte géolo-

gique suffit pour en déduire la qualité des produits. Là où la composition du sol est adultérée par la présence du terrain tertiaire, ajoute M. Coquand, faites des vendanges géologiques, et vous assurerez à vos vins distillés la valeur commerciale que la géologie peut établir d'avance. M. Coquand termine cette communication par un aperçu comparatif entre les terrains de la Champagne, de la Marne et ceux de la Champagne charentaise ; il fait remarquer que les uns et les autres, appartenant à la même formation géologique, présentent une composition identique, et offrent, pour la culture de la vigne, des circonstances favorables particulières qui assurent une supériorité incontestable aux vins ou eaux-de-vie qui en proviennent. Il est à noter de plus que, dans ces dernières années de disette, la Charente a expédié sur Reims la plus grande partie de ses vins blancs, lesquels, moyennant des lettres de naturalisation, ont été livrés à la vente comme des vins de champagne mousseux.

La séance est levée à dix heures.

Séance du lundi 14 septembre 1857.

PRÉSIDENCE DE M. COQUAND.

La séance est ouverte à sept heures et demie du soir, dans la grande salle de l'hôtel de ville, où se pressait un auditoire plus nombreux encore qu'à l'ordinaire.

La procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

M. Coquand rend compte de l'excursion que la Société a dirigée dans la journée au gouffre de Touvre et dans ses environs.

La Société avait à examiner la nature des terrains du sein desquels s'échappe en bouillonnant la source magnifique de la Touvre, cette rivière qui, comme celles de la Loire et de Vaucluse, est susceptible de porter bateau à son origine. Elle a d'abord reconnu que les calcaires à *Caprina adversa* et les grès verts qui les supportent reposent, près du village de Touvre, sur l'étage kimméridien à *Ostrea virgula*. Les cou-

ches à *Ostrea* se relèvent fortement au-dessus du gouffre, et paraissent n'exister à ce niveau que par suite d'une faille dirigée du nord au sud; car, près de la Laiche, on trouve, à un niveau bien plus bas que sur le coteau voisin où elle se montre également, l'oolithe corallienne caractérisée par de nombreux polypiers, des Nérinées et le *Diceras arietina*, et qui est séparée du kimméridien à *Gryphæa virgula* par toute l'épaisseur d'un sous-étage corallien, représenté par des calcaires lithographiques qui manquent à la Laiche, et qu'on rencontre au-dessus du kimméridien, vers la limite de la forêt de la Braconne et ailleurs, ce qui indique clairement que les calcaires à *Diceras* butent contre les calcaires à *Ostrea virgula;* mais, dans des contrées aussi peu accidentées et aussi bien cultivées que dans la Charente, le voisinage des failles n'est guère indiqué que par les dénivellations des étages.

On sait que le Bandiat et la Tardouère, qui coulent à un niveau supérieur de 40 mètres par rapport au gouffre de Touvre, s'engouffrent dans des cavités qu'elles rencontrent au milieu des étages inférieurs et moyens de la formation jurassique, ce qui les empêche d'arriver jusqu'à la Charente. Dès lors, la réapparition de leurs eaux sous forme artésienne, après que dans leur parcours souterrain elles sont ramenées au jour par la faille, n'a rien de surprenant. La température des eaux de la Touvre, qui est à peu près égale à la température moyenne de la contrée, repousse toute hypothèse qui tendrait à la faire considérer comme provenant d'un point éloigné de la surface de la terre. Leur fraîcheur et leur limpidité constante rendent cette rivière célèbre à cause de la quantité et de l'excellence des truites et des écrevisses qu'elle fournit à la consommation.

La Société a visité à son retour la fonderie impériale de Ruelle, et elle a assisté au coulage d'un canon.

M. Coquand regrette que la Société avant de se séparer ne puisse consacrer quelques jours de plus à l'exploration des diverses formations qui se développent au-dessous de la craie qui a été l'objet presque exclusif de ses investigations pendant la session extraordinaire. Sur la demande de ses collègues, il trace sur le tableau l'ordre de succession des divers étages

qu'il a reconnus dans la Charente, et il en résume les caractères dans la communication suivante :

1° Terrain granitique. — Ce terrain, qui est une dépendance du plateau central, forme la lisière orientale du département. La masse générale consiste en un système puissant de schistes cristallins (gneiss, micaschistes, amphibolischistes, argiloschistes), à couches très redressées, et traversées par un grand nombre de filons de quartz concordants. Ce système est traversé sur plusieurs points par des granites porphyroïdes qui s'y présentent sous forme d'amas plus ou moins étendus. Les environs de Confolens (Saint-Michel), d'Étagnat, de Brigueuil, du Pas-de-la-Mule, sont les points principaux où ces couches d'origine plutonique sont le plus développées. On observe aussi, soit au milieu des schistes cristallins, soit au milieu du granite lui-même, des dykes de porphyre brun, quartzifère, appartenant à l'espèce orthophyre.

Quelques filons de galène qui ont été l'objet de plusieurs recherches entre Confolens et Saint-Germain, et un filon d'antimoine sulfuré près d'Étagnat, voilà les principales richesses minéralogiques que présente cette formation ancienne.

2° Terrain du grès bigarré. — C'est avec doute que M. Coquand rapporte à ce terrain un lambeau très circonscrit de grès, d'argiles et de poudingues, à ciment rougeâtre, et à fragments de quartz, de granite et de micaschistes, que l'on observe sur l'emplacement même de Chassenon, et dans lequel subsistent encore bon nombre de constructions romaines. Comme ce dépôt, dont les couches sont redressées et reposent sur les micaschistes, n'est pas recouvert, et que d'un autre côté on ne le retrouve nulle part au-dessous du terrain jurassique, il paraît naturel de lui assigner d'office cette position, en attendant que des observations ultérieures, recueillies sur des points plus favorables, fournissent des renseignements plus précis.

3° Terrain jurassique. — Cette formation, qui occupe une très grande surface du département, se compose : A, du grès infraliasique et du lias ; B, du jurassique inférieur ; C, du jurassique moyen ; D, du jurassique supérieur.

A. *Lias*. — La formation jurassique débute par des masses

très puissantes de grès feldspathiques, solides ou sableux, dont on peut voir de très belles coupes dans les environs de Cherves, de Chatelard, de Genouillac, de Cherchonnies, d'Épénède, d'Écuras, etc., etc. A Cherves, on remarque quelques bancs subordonnés de jaspes jaunes et bruns, contenant plusieurs fossiles du grès d'Hettange.

Aux arkoses succède le lias inférieur. Cet étage consiste en un calcaire dolomitique, jaunâtre, tendre, connu sous le nom de *pierre morte*. Il renferme de nombreuses géodes tapissées de chaux carbonatée et de baryte sulfatée cristallisée. Cette dolomie représente le calcaire à Gryphites dont il occupe la place, mais elle ne contient aucun fossile. Au-dessus se développe un système calcaire grisâtre, à couches puissantes, rempli de silex, et caractérisé par des Bélemnites, le *Pecten æquivalvis*, la *Plicatula spinosa*, l'*Ammonites margaritatus :* c'est le lias moyen. Il est surmonté par les marnes supérieures du lias avec *Ammonites bifrons*, *radians*, *opalinus*, *Nucula Hammeri*, etc.

B. *Jurassique inférieur.*— L'oolithe inférieure a peu d'épaisseur dans la Charente, et il est impossible, à cause de son peu de développement, d'y établir autant de divisions que dans le Jura ou la Normandie. Ainsi, du côté de Montbron, on ne traverse guère, jusqu'à l'étage du cornbrash, qu'un ensemble de bancs calcaires, ferrugineux, à grains miroitants, caverneux et d'origine travertineuse. On n'y observe aucun fossile ; mais dans la portion septentrionale du département, et surtout dans les environs de Saint-Gervais et de Nanteuil, on constate au-dessus des marnes supérieures du lias une alternance de calcaires et de marnes exploitées pour la fabrication de la chaux hydraulique, et renfermant le *Belemnites tripartitus*, l'*Ammonites opalinus*, l'*Ostrea Phœdra* ou *Buchmani ;* viennent ensuite des calcaires compactes, brunâtres, avec *Ammonites polymorphus*, *Humphriesianus*, *Sowerbyi*, *Murchisonæ*, *Terebratula perovalis*, représentant l'oolithe ferrugineuse. Les mêmes calcaires, mais devenant plus marneux, sont exploités comme pierre à chaux hydraulique au Pont du Cluseau, entre Confolens et Saint-Claude.

L'oolithe ferrugineuse supporte des calcaires blanchâtres,

compactes, avec rognons siliceux, et caractérisés par l'*Ammonites Parkinsoni* et la *Terebratula globata*, auxquels succèdent d'autres calcaires de même couleur, conservant les rognons de silex, mais dépourvus de fossiles. Le jurassique inférieur est couronné par des bancs formés d'oolithes grossières, mal agglutinées, et dans lesquelles on recueille les *Terebratula digona* et *coarctata*, et une foule de polypiers saccharoïdes, parmi lesquels prédominent des *Lithodendrons* qui, par leur taille et leur abondance, rappellent le faciès de l'étage corallien. Deux points classiques pour ce cornbrash sont Sainte-Catherine, entre Montbron et Marthon, et les alentours du village de la Tache, près de Saint-Claude.

C. *Jurassique moyen.* — Cet étage est très bien développé dans la Charente, et il est susceptible de plusieurs subdivisions.

La partie inférieure est représentée par les étages kellovien et oxfordien, et la partie supérieure par l'étage corallien.

Le kellovien, dans le sud-est du département, consiste en un calcaire oolithique, à oolithes fines, régulières, bien formées et noyées dans un ciment spathique. Il fournit d'excellentes pierres d'appareil, et il est exploité entre Saint-Sauveur, Marthon et Saint-Germain ; on le connaît sous le nom de *pierre de Sainte-Catherine*, du lieu où existent les carrières principales. On y a recueilli le *Belemnites latesulcatus*, les *Ammonites anceps*, *Jason* et *lunula;* mais ces fossiles sont peu abondants. A mesure qu'on se rapproche des environs de Ruffec, le calcaire prend sa structure oolithique ; il devient compacte ou un peu marneux, et il présente alors une quantité prodigieuse de céphalopodes de grande taille (*Ammonites bullatus*, *tumidus* ou *macrocephalus*, *coronatus*, *Jason*, *anceps*, *lunula*, *Backeriæ*, *Belemnites latesulcatus*).

L'oxfordien proprement dit, dans le sud-est de l'arrondissement d'Angoulême, et surtout dans les environs de Montbron, est aussi oolithique, et ne se sépare du kellovien que par le changement de faune. Il devient compacte vers Vilhonneur et Rancogne, calcaréo-marneux près du pont d'Ayris, et marno-argileux dans le canton de Villefagnan, où les fossiles, de nature calcaire partout ailleurs, sont passés à l'état pyriteux. Les fossiles les plus abondants sont les *Ammonites hecticus*, *ocu-*

latus, *biplex*, la *Belemnites hastatus*, la *Terebratula Thurmanni*, etc.

L'étage corallien comporte quatre subdivisions. Le premier sous-étage correspond au corallien inférieur; il est formé de bancs calcaires jaunes, très puissants, avec *Belemnites hastatus*, *Cidaris Blumenbachi*, *Hemicidaris crenularis*, et une grande quantité de polypiers. C'est l'équivalent du terrain à chailles de Besançon. On peut l'observer aux chaumes de Ronsenac, dans la forêt du Bois-Blanc, entre la Rochefoucault et le Pont-de-la-Bécasse, à Nanclars, à Villefagnan, etc.

Le second sous-étage est aussi un calcaire très solide (Grassac), tantôt tendre, à grains fins, et exploité comme pierre de taille (Libourne); chez les Fourauds, commune d'Agris; aux Chenets, près l'Armand-de-Boumieure, et renfermant les *Terebratula insignis* et *inconstans*, et une *Crania* qu'on retrouve également à Bourges.

Le troisième sous-étage est l'oolithe corallienne, dont la forêt du Bois-Blanc offre le type le plus parfait. On y trouve des oolithes de toute taille, depuis la grosseur d'un grain de millet jusqu'à celle d'une noix. Les polypiers foisonnent à ce niveau, et y sont associés à des Nérinées et à la *Diceras arietina*.

Enfin le quatrième sous-étage, qui rappelle les calcaires lithographiques des environs de Besançon et du Bugey, acquiert une épaisseur considérable, et consiste en une alternance de marnes bleuâtres, de calcaires marneux et de calcaires à cassure lithographique. Une grande portion de la forêt de la Braconne, de Jauldes, de Saint-Amand-de-Boire, de Tusson, est occupée par ce système. Les plateaux sont pierreux et couverts de forêts, tandis que les pentes des coteaux, à cause de la présence des marnes subordonnées, sont occupées par d'excellents vignobles. On observe à la partie supérieure de ce sous-étage quelques bancs d'un calcaire oolithique qui ont fourni les matériaux avec lesquels a été construite la célèbre église de Saint-Amand-de-Boire. L'*Ammonites Achilles*, quelques Térébratules et un Lithodendron, voilà à peu près les seuls fossiles qui ont été remarqués dans la partie supérieure de l'étage corallien.

D. *Jurassique supérieur.* — Il se compose de trois grands étages qui sont le kimméridien, le portlandien et le purbeckien.

L'étage kimméridien débute par des calcaires marneux avec *Astarte minima* que surmontent des bancs à *Apiocrinus Meriani;* viennent ensuite d'autres bancs avec *Pteroceras Ponti*, *Pholadomya Protei*, auxquels succèdent, mais en prenant un développement considérable, les marnes à *Exogyra virgula* et *Ceromya excentrica*. Les coteaux qui ont le kimméridien pour sol sont d'une fertilité remarquable; ils sont généralement recouverts par des vignobles qui font la richesse des cantons de Vars, d'Aigre, de Rouillac. On sait en effet que les sols argileux, semés de débris calcaires, conviennent très bien à la vigne. Or, aucun étage, à cause des alternances de calcaires et d'argiles ne se prête mieux que le kimméridien à la production de ce genre de terrain.

L'étage portlandien se compose de calcaires marneux jaunes, de calcaires oolithiques et de calcaires lithographiques. Le *Pecten jarnacensis*, la *Mactra insularum*, le *Cardium dissimile*, des Nérinées, des Anatines, sont les fossiles les plus abondants qu'on observe dans cet étage.

On ne mentionne ici que pour mémoire l'étage purbeckien, dont les caractères, ainsi que la position, ont déjà été signalés.

5° TERRAINS CRÉTACÉS. — Après le soulèvement de la formation jurassique, le sol de la Charente resta émergé pendant une longue période qui permit à la mer crétacée de déposer le terrain néocomien tout entier, le gault, ainsi que l'étage rothomagien. Un nouveau mouvement survenu dans cette même mer en amena les eaux pour la première fois dans la partie du sud-ouest qui nous occupe, et ces eaux formèrent sans interruption cette série nombreuse de bancs, dont l'ordre de succession, ainsi que les êtres nombreux qu'elle renferme, ont été l'objet de l'attention soutenue de la Société.

Si les divers terrains que nous venons de mentionner constituent la charpente fondamentale du département de la Charente, on se tromperait beaucoup si l'on pensait que toutes les zones qu'ils dessinent souterrainement se montrent en entier à la surface. Les couches superficielles ne sont pas, tant s'en

faut, la reproduction du cadastre du tréfonds. Sans parler ici de la terre végétale, il est à remarquer que des terrains tertiaires non recouverts forment un manteau déchiré au-dessus des couches anciennes qui ne deviennent visibles qu'à travers les déchirures de ce manteau.

6° Terrains tertiaires. — Les terrains tertiaires n'appartiennent qu'à un seul et unique étage, dont la rareté, pour ne pas dire l'absence de fossiles, et le manque de calcaires, n'ont pas permis jusqu'ici aux géologues qui s'en sont occupés, de fixer l'âge, et par conséquent la place dans la série. M. Raulin les regarde comme éocènes ; M. Manès, d'accord avec les auteurs de la *Carte géologique de la France*, les fait miocènes. M. Coquand les fait pliocènes, c'est-à-dire synchroniques des sables des Landes et des argiles à minerai de fer de la Bresse et de la Haute-Saône. Il se fonde sur leur indépendance, leur non-recouvrement, et surtout sur la découverte qui a été faite, entre Chalais et Parcou, de défenses et de molaires du *Mastodon arvernense* dans une sablière exploitée pour le service du chemin de fer.

Quoi qu'il en soit, les matériaux qui composent ce terrain sont :

A. Des grès solides, souvent poudingiformes et même arkosiques, qui forment au milieu des sables incohérents des lentilles plus ou moins puissantes, dont les grains sont agglutinés par un ciment siliceux : ce sont les parties exploitées pour en retirer des moellons et des pavés connus sous le nom de *grison*.

B. Des sables micacés plus ou moins argileux, et fournissant quelquefois des sables réfractaires.

C. Des argiles grises, bleuâtres, jaunes, rouges, blanches ou bariolées, donnant naissance à des landes ou à des terres froides que les bruyères et les châtaigniers recouvrent. Quelquefois ces argiles sont cimentées par de l'hydrate de fer, et, quand elles présentent assez de solidité, elles fournissent des matériaux qu'on utilise dans la construction à la manière des moellons et des pierres de taille (environs de Pont-à-Fy).

D. Des silex pyromaques (pierres cornues), engagées au milieu des argiles sous forme de noyaux irréguliers et noduleux. Ces silex ne sont pas roulés, mais ils ont été déposés sur place

à la manière des meulières. Il ne faut point les confondre avec des silex roulés, arrachés à des formations plus anciennes qu'on leur trouve associées. Ces dernières renferment ordinairement des fossiles jurassiques ou crétacés, tandis que les premiers en sont totalement dépourvus.

E. De minerais de fer pisolithique, en grains concentriques, libres ou agglutinés, ou bien disposés en rognons et en géodes de volume variable, dont l'intérieur renferme une pellicule d'hématite brune, mamelonnée à la surface et fibreuse dans la cassure.

Ces minerais, de très bonne qualité, alimentent les hauts-fourneaux de la fonderie impériale de Ruelle, ainsi que quelques fourneaux situés dans le voisinage des gisements les plus importants.

Nous ne citerons que pour mémoire deux gisements d'argiles charbonneuses, pyriteuses : l'un près de Lafaye, entre Barbezieux et Montmoreau ; le second dans les landes de Soyaux, près d'Angoulême.

Dans le canton de Chabannais, à Maison-Rouge, les terrains tertiaires renferment une argile blanchâtre réfractaire qui est emportée à Limoges et employée à la confection des gazettes. Quelques faïenceries et un grand nombre de tuileries s'alimentent avec les argiles appartenant à cette formation. Disons en passant que le chaulage donne aujourd'hui beaucoup de valeur à des terres qui, composées presque exclusivement de sables et d'argiles, étaient de véritables landes il y a quelques années. L'arrondissement de Confolens surtout a vu sa prospérité agricole s'accroître dans des proportions considérables, grâce à l'emploi de cet amendement minéral.

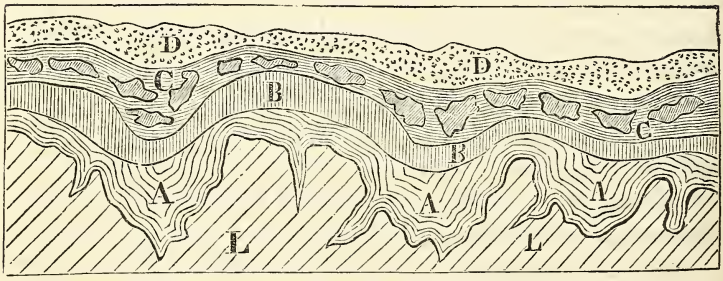
C'est ici le lieu de parler de la position des minerais de manganèse avec allophane, que l'on observe sur quelques points du département, et qui ont été signalés depuis longtemps dans les environs de Nontron et de Thiviers, où ils ont été exploités.

Les divers géologues qui ont écrit sur ces gisements se sont accordés jusqu'ici pour les rapporter à la formation jurassique. M. Coquand est d'un sentiment tout opposé. En effet, suivant ce professeur, ces minerais sont dans la Charente complètement indépendants de la formation jurassique ; seulement

comme les couches secondaires sont peu inclinées, et que même, en ne les considérant que sur de faibles étendues, on peut les considérer comme étant horizontales, il résulte de cette disposition que les sédiments postérieurs qui les ont recouverts semblent, malgré leur transgressivité, concordants avec eux. Cependant, en examinant les choses de plus près, il est facile de s'assurer de leur indépendance réciproque, et de voir que les uns et les autres ne se sont pas suivis normalement dans l'ordre de succession, et que de plus les bancs manganésifères ne peuvent être séparés des terrains tertiaires avec lesquels ils se confondent.

La composition de ces bancs est simple; elle consiste généralement en des silex pyromaques, verdâtres, jaunâtres, bruns ou noirs, disposés en strates irréguliers, et fendus en divers sens par de nombreuses gerçures. Ils alternent ou bien ils sont mélangés avec des argiles onctueuses, brunâtres, des sables micacés et feldspathiques, le tout formant un manteau plus ou moins épais, non recouvert, et qui s'étend indifféremment sur les divers étages de la formation jurassique. C'est ainsi qu'à Épénède les silex avec argiles, renfermant du manganèse peroxydé, pisolithique, et des minerais de fer en grains, reposent sur le lias inférieur ; on les observe dans les mêmes rapports à Saint-Martin, près d'Ambernac ;

Coupe entre Saint-Martin et Montermenoux (Confolens).

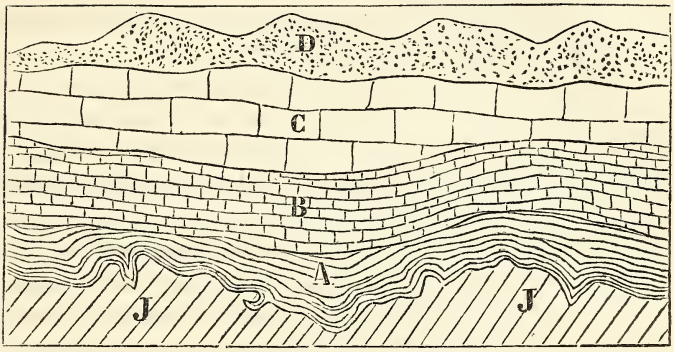


L. Lias inférieur dolomitique. | B. Argile verdâtre. | D. Arkose terreuse.
A. Argile smectique. | C. Argile avec silex.

un peu plus loin, presque en face, ils recouvrent le lias moyen à *Pecten æquivalvis ;*

Coupe du pont du Cluseau.

Discordance du tertiaire par rapport au jurassique.



J. Jurassique inférieur.
A. Argile verdâtre, avec nids d'allophane.
B. Couche de silex cassés et brisés.
C. Silex bréchiforme, manganésifère, en bancs.
D. Arkose décomposée.

au pont du Cluseau), ils surmontent les calcaires de l'oolithe ferrugineuse; puis, près de Villars, en face de Chantresac, ils s'étendent de nouveau sur le lias inférieur, et enfin à quelque distance de là, sur le granite. Mais, quel que soit le niveau des étages jurassiques qui sont ainsi envahis, il est de la dernière évidence que ces derniers étaient soulevés, corrodés et ravinés à l'époque où s'effectuait le dépôt manganésifère, car celui-ci ne recouvre pas seulement les plateaux de manière à laisser supposer, comme on pourrait y être conduit d'après une simple inspection superficielle, qu'il continue le terrain jurassique; mais il pénètre dans toutes les crevasses préexistantes qui sont fort irrégulières et qu'il a remplies avant de former des bancs plus réglés au-dessus d'elles. On a, en un mot, la reproduction de ces poches comblées qu'on rencontre si fréquemment dans la Franche-Comté et ailleurs, au contact des terrains tertiaires et des terrains secondaires. L'allophane forme au milieu de ces dépôts quelques nids insignifiants. Dès lors, il est raisonnable de conclure que les gisements de manganèse pisolithique qu'on observe au milieu des grès, des jaspes,

des argiles et des sables dans la Charente, ne diffèrent en aucune manière des gisements manganésifères analogues que présente la Haute-Saône. Vouloir les introduire dans la formation jurassique, ce serait violer, je ne dis pas les lois de l'analogie, mais les lois les plus incontestables et les plus élémentaires de la géologie.

F. *Alluvions anciennes.* — Pour terminer la nomenclature des terrains qui sont représentés dans le département de la Charente, il ne reste plus qu'à signaler le terrain d'alluvions anciennes. On l'observe généralement dans le fond des vallées, où il est recouvert par les alluvions anciennes, et il remonte à une certaine hauteur sur les flancs de ces mêmes vallées. Il va sans dire que les dépôts les mieux caractérisés appartiennent à la vallée de la Charente; leur plus grande extension correspond à la plaine ondulée qui s'étend entre les coteaux de Jarnac, de Saint-Amand-de-Graves, de Sainte-Même et de Gondevil. Les matériaux constituants sont des cailloux roulés de granite, de quartz, de silex, des graviers et des sables, ainsi que des galets calcaires, le tout incohérent et sans stratification distincte.

M. Coquand avait déjà découvert en 1849 une molaire d'*Elephas primigenius* dans les alluvions de Bassac; depuis, l'exploitation entreprise des cailloux du diluvium pour l'entretien des routes, dans les environs de Pisany-sous-Angoulême, a amené la découverte de nombreuses molaires, de défenses et de divers ossements du même animal qui sont conservés dans la collection de M. de Rochebrune. La grotte de Montgaudier, près de Montbron, a fourni des débris appartenant à l'*Ursus spœleus*, à l'*Hyena spœlea*, aux genres *bos*, *cervus* et *sus*.

A la suite de cette communication, M. Delanoüe demande la parole, et il dit que, ne connaissant pas les localités citées par M. Coquand dans la Charente, il ne peut avoir une opinion sur la position des minerais manganésifères, mais que pour la Dordogne, et notamment pour les gisements de Nontron et de Thiviers, il pense qu'ils appartiennent à la formation jurassique, et que M. Alc. d'Orbigny y a reconnu des espèces propres à l'étage inférieur.

M. Coquand pourrait mentionner à son tour des fossiles

propres au lias, recueillies au-dessous des silex manganésifères, mais là n'est pas la question. Il demande à M. Delanoüe si, dans les deux localités de Nontron et de Thiviers, il a vu les dépôts de manganèse recouverts par des couches jurassiques. M. Delanoüe répond négativement, et il explique ce non-recouvrement par l'intervention de sources thermo-minérales qui se seraient fait jour à la limite du terrain granitique et du terrain jurassique, et qui auraient amené dans ce dernier les minerais et les jaspes qu'on y remarque. Ce phénomène ayant continué à se produire, même après le dépôt des terrains secondaires, il n'y aurait rien d'étonnant que les manganèses de la Dordogne fussent de l'époque jurassique et ceux de la Charente contemporains de la période tertiaire, les uns et les autres occupant les deux extrémités d'une chaîne continue.

M. Coquand ne saurait admettre cette explication théorique ; pour lui les manganèses de la Charente sont exclusivement tertiaires, et cette opinion est partagée sans réserve par M. Harlé, ingénieur en chef des mines à Périgueux, qui lui a écrit que les minerais de la Dordogne ont été mal à propos introduits dans la série jurassique, et, ajoute M. Harlé, « il m'a été impossible de voir le terrain manganésifère recouvert par les couches jurassiques aux endroits indiqués par M. Dufrénoy, à Nontron et à Thiviers. La série des couches jurassiques peut s'y suivre parfaitement sans laisser de place pour les terrains manganésifères ; il en est de même des argiles avec minerais de fer indiquées comme jurassiques à Excideuil. »

M. Delanoüe a la parole. Le savant chimiste, répondant à quelques questions qui lui ont été faites en dehors de la Société, sur les applications de la géologie, rappelle en quelques mots les progrès de cette belle science, et s'attache à en prouver toute l'utilité par un seul exemple tiré de son application à l'agriculture :

La Carte géologique de la France, que nous avons sous les yeux, n'indique que la nature du sous-sol, mais la terre arable qui les recouvre en tire ses éléments ; personne n'ignore qu'une même somme de travail, de soins et d'intelligence, appliquée à des terrains différents, est loin de produire partout le même

résultat, et de récompenser également les cultivateurs. A quoi doit-on attribuer ce phénomène? à la différence de composition qui existe entre les diverses terres, et par conséquent entre les divers sous-sols. — On est ainsi amené à la grande question des amendements. — Le phosphore se trouve dans toutes les semences; le froment est celle qui en contient le plus. Il faut donc qu'il y ait des phospates dans toutes les terres destinées à l'agriculture.

M. Delanoüe a analysé un grand nombre de terres végétales pour rechercher les phosphates qu'elles contiennent; les terres de la Campine (Sologne belge) donnent un dix-millième de phosphore; les terre de la Brême, deux dix-millièmes. — Ces quantités, si minimes qu'elles paraissent, sont pourtant très considérables si l'on remarque combien un seul champ contient de terre végétale; de sorte que, si une terre est presque entièrement privée de phosphates, il faudra d'abord y en jeter une énorme quantité pour la mettre en état de produire et compenser ensuite chaque année les pertes du phospore que lui fait subir la végétation.

Si le sous-sol fournit une quantité de phosphore un peu moindre que la déperdition annuelle, les engrais phosphorés produiront d'excellents effets; enfin, si le sous-sol est riche en phosphores, les pertes de chaque année étant largement compensées, les engrais phosphatés n'auront plus d'effet.

Les phosphates du commerce étant à un prix très élevé, on s'est beaucoup préoccupé depuis quelques temps d'y suppléer par des engrais naturels peu coûteux; puisque les plantes enlèvent le phosphore aux terres qui les produisent, on a pensé naturellement à mettre à profit les parties inutiles des végétaux récoltés; ainsi les résidus des fabriques de sucre de betteraves, qui d'abord se jetaient, n'ont pas tardé à être utilisés, et sont rapidement arrivés à un haut prix. — La Bretagne, où dominent les terrains de transition, en emploie énormément. — L'analogie et le raisonnement ont conduit les cultivateurs à employer le noir animal, les cendres, et ces engrais ont donné de superbes résultats sur les terres pauvres en phosphates, tandis que leur action a été à peine sensible sur les

terres très phosphatées. Mais les résidus des sucreries, le noir animal, etc., ne peuvent suffire à de grandes exploitations agricoles; on a employé le guano qui contient en moyenne 25 p. 100 de phosphate, et les excréments et les urines d'animaux, qui sont très riches en phosphore.

Mais la géologie vient de signaler depuis quelques années des sources bien plus riches et bien plus abondantes que toutes celles dont nous venons de parler: on a découvert un gisement de marnes phosphatées dont les couches, souvent épaisses de plusieurs centimètres, s'étendent sur d'énormes surfaces et contiennent jusqu'à 70 p. 100 de phosphates. On en a trouvé en Belgique, dans les Ardennes, et l'on a déjà pu remarquer que ces gisements existent presque partout à la base du gault et dans plusieurs autres terrains.

M. Delanoüe, n'ayant encore fait qu'une ébauche de ce travail, se contente de donner ces indications générales, et termine en appelant l'attention de M. Coquand sur les gisements de phosphates qui pourraient exister dans les terrains crétacés de la Charente.

Toutes les questions portées à l'ordre du jour étant épuisées, M. Coquand clôt la Session extraordinaire par l'allocution suivante :

Messieurs et chers collègues,

Le plus grand honneur auquel puisse aspirer un géologue est sans contredit celui qu'il reçoit de ses collègues, de les diriger dans leurs travaux et dans leurs courses; mais cet honneur je le dois moins à mon mérite qu'à de vieilles amitiés scientifiques dont la date n'a fait que resserrer les liens; je la dois aussi à la mission spéciale, qui, pendant neuf années, m'a identifié avec un département dont vous avez admiré les richesses en tout genre, et en me décernant la présidence, vous avez aussi songé à rendre hommage à l'esprit éclairé d'une contrée qui a voulu la carte géologique qui vous est mise sous les yeux. Notre session aura été fertile en applications utiles. En soumettant à votre contrôle le résultat de mes recherches, je

choisissais l'aréopage le plus compétent pour juger des choses de géologie, et si la Société géologique de France, qui renferme dans son sein les célébrités du monde entier, ne s'est pas attribué le droit de prononcer en dernier ressort sur les questions qui relèvent de sa juridiction, cependant l'opinion publique, quand elle connaît son sentiment sur des questions importantes et non encore définies, reçoit ses décisions avec la plus grande faveur, et elle comprend d'instinct que ces décisions sont la base de la jurisprudence géologique.

Le soin scrupuleux avec lequel vous avez interprété les faits qui s'offraient à votre investigation, et l'autorité que des travaux de première valeur donnaient au plus grand nombre d'entre vous, ont rendu mon mandat facile autant qu'il était honorable. Seulement, et que cette confession me soit permise, les qualités éminentes que je rencontrais en vous, en exposant à un plus grand jour mon insuffisance, auraient dû me renseigner sur mon véritable rôle, qui était de vous suivre, et non de vous diriger. Mais, en consentant à rester à la tête de la colonne, et en conservant le poste qu'il vous a plu de m'assigner, je n'avais plus de motifs légitimes d'abstention, puisque je n'avais pas à oublier que je n'étais qu'un simple guide, dont des circonstances exceptionnelles, mais tout heureuses pour moi, me chargeaient de remplir l'emploi.

Avant de descendre du fauteuil de la présidence, daignez recevoir tous mes remercîments pour l'indulgence que j'ai trouvée dans chacun de vous, et qui seul pouvait rendre ma tâche facile. Permettez-moi aussi de remercier en votre nom et au mien cette population d'élite, qui s'est associée d'une manière si sympathique à nos discussions et à nos travaux. En se pressant ainsi à nos séances, elle a obéi à ses inspirations naturelles, et elle a voulu aussi faire un acte de déférence envers la science que vous représentez avec tant d'autorité. Que MM. de Salignac, de Nanclas, de Rochebrune, reçoivent ici l'expression de nos sentiments de gratitude pour la manière délicate et distinguée avec laquelle ils ont accueilli la Société dans ses pérégrinations.

Permettez aussi à votre Président de vous dire, en terminant,

que si jusqu'à ce jour, la Charente n'a eu pour son représentant scientifique officiel que le modeste professeur chargé de sa carte géologique, je suis heureux de constater que la réunion extraordinaire à Angoulême, en lui fournissant des interprètes plus autorisés, a valu à ses terrains une illustration qui leur eût certainement échappé sans cette bonne fortune.

La séance a été levée à dix heures et demie.

BRITISH MUSEUM
G2 SD
NATURAL HISTORY

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

H. Coquand. — Mémoire sur le terrain permien et le représentant du grès vosgien dans le département de Saône-et-Loire et dans les montagnes de la Serre (Jura) (Pl. 1). 13
Ch. Lory. — Note sur les terrains crétacés de la vallée de Dieu-le-Fit (Drôme) 47
H. Coquand. — Notice sur la formation crétacée du département de la Charente. 55
Scarabelli. — Sur un sondage artésien exécuté à Conselice (province de Ferrare). 102
J.-J. Bianconi. — Note sur l'origine métamorphique des argiles écailleuses du terrain serpentineux des environs de Bologne (Italie). 105
P. de Berville. — Note sur une nouvelle espèce de crustacé fossile trouvée dans le calcaire grossier inférieur de l'Oise (Pl. II). . 108
J. Kœchlin-Schlumberger. — Études géologiques dans le département du Haut-Rhin. — II. Environs de Belfort. 117
Sc. Gras. — Sur la période quaternaire dans la vallée du Rhône et sa division en cinq époques distinctes (Pl. III). 207
Ch. Sainte-Claire Deville. — Mémoire sur les émanations volcaniques dans le royaume de Naples. 254
Delesse. — Sur la pierre ollaire. 280
B. Studer. — Observations dans les Alpes centrales de la Suisse. . . 287
C. Puggaard. — Description géologique de la péninsule de Sorrento (Pl. IV) 294
J. Omboni. — Nouveau tableau des terrains sédimentaires de la Lombardie. 347
Ville. — Notice sur la composition des eaux du Chélif en différents points du parcours de ce fleuve 350
Dalmas. — Volcans de l'Ardèche. — Origine de la chaleur et des principes minéralisateurs des eaux de Neyrac (Ardèche). . . . 355
La Société. — Nomination du Bureau pour 1857. 361
J. Gosselet. — Note sur le terrain dévonien de l'Ardenne et du Hainaut 364
A. Vézian. — Observations sur le terrain nummulitique de la province de Barcelone 374
B. Gastaldi. — Lettre sur le système dentaire de l'*Anthracotherium magnum*. 396
Fouqué. — Note sur la géologie des environs de Mortain (Manche). . 399

A. Boué. — Lettre sur les conglomérats calcaires à *Nullipora* du Leithagebirge. 407
J. Desnoyers. — Réponse à la lettre ci-dessus de M. A. Boué. . . . 409
E. Desor. — Note sur le genre *Galerites*. 416
Comte de Rottermund. — Sur une collection de roches et de fossiles du Canada donnée par lui au Muséum d'histoire naturelle de Paris 419
J. Barrande. — Note relative aux Céphalopodes fossiles du Canada. 428
J. Barrande. — Extension de la faune primordiale de la Bohême. . 438
La Société. — Présentation du Budget des recettes et des dépenses pour 1857 458
Vicomte d'Archiac. — Études géologiques sur les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales. 460
Éd. Piette. — Note sur le gîte des Clapes (Moselle) 510
Marcel de Serres. — Note sur l'identité de l'*Echinus lividus* de l'Océan avec celui de la Méditerranée. 518
P. Marès. — Note sur la constitution générale du Sahara dans le sud de la province d'Oran. 524
Th. Ébray. — Profil géologique du chemin de fer d'Orléans, près de Poitiers 538
Éd. Piette. — Description des *Cerithium*, etc., enfouis dans les dépôts bathoniens de l'Aisne et des Ardennes (Pl. V, VI, VII, VIII). 544
Sc. Gras. — Sur la réalité de l'association des plantes houillères aux coquilles liasiques dans les Alpes, et comment on peut l'expliquer (Pl. IX) 562
Th. Ébray. — Note sur l'âge du calcaire à chailles des départements du Cher, de la Nièvre et de l'Yonne. 582
J. Barrande. — Notice sur l'ouvrage de M. le professeur Geinitz, intitulé : Les houilles du royaume de Saxe (*Die Steinkohlen des Kœnigreichs Sachsen*). 586
A. Buvignier. — Observations sur le terrain jurassique de la partie orientale du bassin de Paris. 595
Ch. Laurent. — Puits artésiens du Sahara oriental (Pl. X, XI, XII). 615
Guiscardi. — Note sur les émanations gazeuses des champs Phlégréens. 633
G. Bornemann. — Deux lettres à M. Élie de Beaumont sur la Sardaigne. 635
J. Fournet. — De l'endomorphisme du spilite d'Aspres-lès-Corps (Isère). 644
E. Bayle. — Nouvelles observations sur quelques espèces de Rudistes (Pl. XIII, XIV, XV) 647
G. Dewalque. — Observations sur l'âge des grès liasiques du Luxembourg. 719
V. Raulin. — Lettre sur le terrain crétacé du département de la Charente. 727
E. Hébert. — Rapports de la craie glauconieuse à *Ammonites varians* et *rothomagensis*, *etc.*, de Rouen et des grès verts du Maine. 731
Triger. — Sur le terrain crétacé inférieur dans la Charente. . . . 741
Coquand. — Lettre sur la craie blanche de la Charente. 743
Coquand. — Note sur la position des *Ostrea columba* et *biauriculata* dans le groupe de la craie inférieure. 745

D'Archiac. — Observations sur la note précédente de M. Coquand. . 766
Bouvy. — Note sur les lignites des îles Baléares. 770
Zienkowicz. — Note sur le souterrain de Blaizy, près de Dijon. . . 774
Ch. d'Orbigny et Ch. Léger. — Coupe figurative de la structure de l'écorce terrestre, d'après la méthode de M. Cordier. . . . 782
A.-F. Noguès. — Terrain houiller des Corbières. 785
Ph. Lambotte. — Recherches sur l'origine des dépôts récents de manganèse hydraté de la province de Namur 791
Th. Ébray. — Coupe géologique du mont Apin, près Nevers. . . . 801
Th. Ébray. — Examen de l'étage albien des environs de Sancerre. . 804
Th. Ébray. — Note sur la valeur géologique des silex des formations jurassiques et crétacées du département de la Nièvre. . . . 810
Th. Ébray. — Note sur le diluvium du département de la Nièvre . . 813
Kœchlin-Schlumberger. — Nouvelles études sur les *Ammonites margaritatus*, Montfort, et *A. spinatus*, Brug. 817
Réunion extraordinaire à Angoulême. 841

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE QUATORZIÈME VOLUME.

(DEUXIÈME SÉRIE.)

Année 1856 à 1857.

A

Ain. Sur la période quaternaire et sa division en cinq époques distinctes, p. 207.

Aisne. Cerithium et divers gastéropodes des dépôts bathoniens, p. 544.

Algérie. Sur la constitution générale du Sahara dans le sud de la province d'Oran, p. 524. — Puits artésiens du Sahara oriental, p. 615. — Composition des eaux du Chélif, p. 350.

Alpes occidentales. Réalité de l'association des plantes houillères aux coquilles liasiques, et comment on peut l'expliquer, p. 562.

Aquitaine. Position des *Ostrea columba* et *biauriculata* dans le groupe de la craie inférieure, p. 745. — Sur la craie de la Saintonge et du Périgord, p. 766. — Age de ses couches supérieures, p. 727, 743.

ARCHIAC (D'). Nummulites des Apennins de l'Italie centrale, p. 395. — Études géologiques sur les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales, p. 460. — Sur la craie de la Saintonge et du Périgord, p. 766. — Observations, p. 347, 614.

Ardèche. Origine de la chaleur et des principes minéralisateurs des eaux de Neyrac, p. 355.

Ardennes. Terrain dévonien des environs de Givet, p. 364. — Sur une partie du terrain jurassique, p. 565. — *Cerithium* et divers gastéropodes des dépôts bathoniens, p. 544.

Aude. Études géologiques sur les Corbières, p. 460. — Terrain houiller des Corbières, p. 785. — Terrain crétacé, p. 879.

Autriche. Sur la carte géologique, p. 405. — Nullipores du bassin de Vienne, p. 407.

B

BARRANDE. Lettre sur la carte géologique d'Autriche, p. 405. — Sur les céphalopodes fossiles du Canada, p. 428. — Extension de la faune primordiale de Bohême, p. 439. — Sur les houilles de Saxe de M. Geinitz, p. 586. Observations, p. 373, 403, 454, 594, 773.

BAYLE. Nouvelles observations sur quelques espèces de Rudistes, p. 647. — Observation, p. 613.

Belgique. Age des grès liasiques du Luxembourg, p. 719. — Origine des dépôts récents de manganèse hydraté de la province de Namur, p. 791.

BERVILLE (DE). Nouveau crustacé du

calcaire grossier de Noyon (Oise), p. 108.
Bianconi. Origine métamorphique des argiles écailleuses du terrain serpentineux de Bologne, p. 105.
Bibliographie, p. 5, 99, 206, 247, 345, 363, 393, 404, 414, 437, 456, 516, 543, 585, 613, 740, 780.
Bohême. Sa faune primordiale, p. 439.
Bornemann. Sur des sources thermales de Sardaigne, p. 635. — Sur quelques mines de Gênes et de la Sardaigne, p. 642.
Bresse. Sur la période quaternaire et sa division en cinq époques distinctes, p. 207.
Boubée. Observation, p. 455.
Boué. Nallipores, végétaux fossiles, incrustés, du bassin de Vienne, p. 407.
Bouvy. Position des lignites des îles Baléares au-dessous des couches à Nummulites, p. 770.
Budget pour 1857, p. 458.
Buvignier. Sur le terrain jurassique de la partie orientale du bassin de Paris, dans la Meuse et les Ardennes, p. 595.

C

Canada. Sur une collection de roches anciennes, p. 419. — Sur les céphalopodes fossiles, p. 428.
Céphalopodes divers du terrain jurassique du Haut-Rhin, p. 144. — Nouvelles études sur les *Ammonites margaritatus* et *spinatus*, p. 817; — du Canada, p. 428.
Charente. Sur la formation crétacée, p. 55. — Réunion extraordinaire de la Société à Angoulême, p. 841. — Terrain granitique, p. 889; terrain triasique, p. 889; terrain jurassique, p. 854, 861, 887, 889; terrain crétacé, p. 845, 857, 862, 881; terrain tertiaire, p. 894; alluvions, p. 898.
Cher. Age du calcaire à chailles, p. 582. — Étage albien des environs de Sancerre, p. 804.
Comptes du trésorier, p. 12, 361, 518, 785.
Conchifères. Sur diverses espèces du terrain jurassique du Haut-Rhin, p. 144.
Coquand. Sur l'existence du terrain permien et du représentant du grès vosgien dans Saône-et-Loire et la Serre (Jura), p. 13. — Sur la formation crétacée de la Charente, avec une coupe du terrain crétacé à lignites de Saint-Paulet (Gard), p. 55. — Sur la craie supérieure de l'Aquitaine, p. 743. — Position des *Ostrea columba* et *biauriculata* dans le groupe de la craie inférieure, dans le bassin de Paris et l'Aquitaine, p. 745. — Étude des terrains du département de la Charente, Réunion extraordinaire à Angoulême, p. 841. — Terrain crétacé des Corbières, p. 879; les manganèses de la Charente sont tertiaires, ainsi que ceux de la Dordogne, p. 898. — Observation, p. 47.
Cordier. Sur une collection de roches du Canada, p. 421.
Côte-d'Or. Sur des éboulements du souterrain de Blaizy, p. 774.
Coiteau. Sur le genre *Galerites*, p. 418.
Cousseau (Mgr.). Observation, p. 844.
Crustacés fossiles du calcaire grossier de Noyon, p. 108.

D

Dalmas. Origine de la chaleur et des principes minéralisateurs des eaux de Neyrac (Ardèche), p. 355.
Damour. Composition chimique des Millépores, p. 413. — Observation, p. 427.
Delanoue. Sur l'importance des phosphates en agriculture, p. 899. — Observations, p. 853, 885, 898.
Delesse. Sur la pierre ollaire, p. 280. — Observation, p. 455.
Deshayes. Observations, p. 105, 455.
Desnoyers. Sur les Nullipores des terrains tertiaires, p. 409.
Desor. Sur le genre *Galerites*, p. 416.
Deville (Ch. Sainte-Claire). Mémoire sur les émanations volcaniques, p. 254.
Dewalque. Sur l'âge des grès liasiques du Luxembourg, p. 719.
Dolomies éruptives de la péninsule de Sorrento, p. 327.

Dordogne. Les manganèses de Thiviers appartiennent au terrain tertiaire, p. 898.
Drôme. Terrains crétacés et calcaire d'eau douce de Dieu-le-Fit, p. 47.
Durocher. Résumé des études sur l'orographie et la géologie de la Scandinavie, p. 342.

E

Éeray. Coupe du chemin de fer près de Poitiers (Vienne), p. 538. — Age du calcaire à chailles du Cher, de la Nièvre et de l'Yonne, p. 582. — Coupe du mont Apin, près Nevers, p. 801. — Sur l'étage albien des environs de Sancerre, p. 804. — Sur les silex jurassiques et crétacés de la Nièvre, p. 810. — Diluvium de la Nièvre, p. 813.
Echinides. Identité de l'*Echinus lividus* de l'Océan avec celui de la Méditerranée, p. 518. — Sur le genre *Galerites*, p. 416.
Élections, p. 561; — de la session extraordinaire, p. 842.
Élie de Beaumont. Observations, p. 47, 54, 454, 739.
Espagne. Sur le terrain nummulitique de la province de Barcelone, p. 374. — Position des lignites des îles Baléares, p. 770.
États romains. Origine métamorphique des argiles écailleuses du terrain serpentineux de Bologne, p. 105. — Sondage artésien de Conselice, près de Ferrare, p. 102.
États sardes. Sur quelques mines de Gênes, p. 642. — *Anthracotherium* de Cadibona, p. 396.

F

Fouqué. Sur la géologie des environs de Mortain (Manche), p. 399.
Fournet. Endomorphisme du spilite d'Aspres-les-Corps (Isère), p. 644.

G

Gard. Coupe du terrain crétacé à lignites de Saint-Paulet, p. 61.
Gastaldi. Sur l'*Anthracotherium* de Cadibona, p. 396.
Gastéropodes. Cerithium et autres genres des dépôts bathoniens de l'Aisne et des Ardennes, p. 544.
Gaudry. Analyse de recherches scientifiques en Orient et surtout en Chypre, p. 252. — Observation, p. 869.
Gosselet. Sur le terrain dévonien de l'Ardenne et du Hainaut, p. 364.
Granite de Mortain (Manche), p. 399.
Gras (Sc.). Sur la période quaternaire dans la vallée du Rhône et sa division en cinq époques distinctes, p. 207. — Sur la réalité de l'association des plantes houillères aux coquilles liasiques dans les Alpes, et comment on peut l'expliquer, p. 562. — Observation, p. 581.
Guiscardi. Sur les émanations gazeuses des Champs Phlégréens, p. 633.

H

Haidinger. Lettre sur la carte géologique d'Autriche, p. 405.
Hébert. Mammifère du terrain permien, p. 594. — Rapports de la craie glauconieuse à *Ammonites varians* et des grès verts du Maine, p. 731. — Observations, p. 373, 414, 454.
Hugard. Sur le Manuel de géologie élémentaire de M. Lyell, p. 784.

I

Isère. Endomorphisme du spilite d'Aspres-les-Corps, p. 644. — Sur la période quaternaire et sa division en cinq époques distinctes, p. 207.
Italie septentrionale. Tableau de ses terrains sédimentaires, p. 347.

J

Jura. Sur l'existence du terrain permien et du représentant du grès vosgien dans la forêt de la Serre, p. 13.

K

Kœchlin-Schlumberger. Études géologiques dans le Haut-Rhin, terrain jurassique, p. 117, — et sur divers acéphales et céphalopodes, p. 144.— Nouvelles études sur les *Ammonites margaritatus* et *spinatus*, p. 817.

L

Lambotte. Origine des dépôts récents de manganèse hydraté de la province de Namur, p. 791.
Lartet. Observation, p. 595.
Laurent. Puits artésiens du Sahara oriental, p. 615.
Lory. Sur les terrains crétacés de la vallée de Dieu-le-Fit (Drôme), p. 47. — Observation, p. 54.

M

Mammifères du terrain permien, p. 594. — *Anthracotherium* de Cadibona, p. 396.
Manche. Sur la géologie des environs de Mortain, p. 399.
Manganèse. Origine de ses dépôts récents dans la province de Namur, p. 791. — Ceux de la Dordogne sont tertiaires, p. 898.
Marcel de Serres. Identité de l'*Echinus lividus* de l'Océan avec celui de la Méditerranée, p. 518.
Marès. Sur la constitution générale du Sahara dans le S. de la province d'Oran, p. 524.
Membres nouveaux, p. 99, 205, 393, 414, 437, 456, 516, 543, 740, 780, 854.
Meuse. Sur une partie de son terrain jurassique, p. 595.
Michelin. Observation, p. 419.
Moselle. Sur le gîte oolithique inférieur des Clapes, p. 510.

N

Naples (royaume de). Description de la presqu'île de Sorrento, p. 294. — Émanations volcaniques dans ses diverses parties, p. 254. — Id. dans les Champs Phlégréens, p. 633.
Nièvre. Age du calcaire à chailles, p. 582. — Coupe du mont Apin, p. 801. — Sur les silex jurassiques et crétacés, p. 810. — Diluvium, p. 813.
Noguès. Sur le terrain houiller des Corbières, p. 785.
Nord. Terrain dévonien des environs d'Avesnes, p. 364.
Nummulites. Indication des espèces de l'Italie centrale, p. 395.

O

Oise. Crustacé du calcaire grossier de Noyon, p. 108.
Omalius d'Halloy (d'). Observations, p. 373, 453.
Omboni. Tableau des terrains sédimentaires de l'Italie septentrionale, p. 347.
Ophites des Corbières, p. 503.
Orbigny (Ch. d'). Sur une coupe figurative de la structure de l'écorce terrestre, p. 782.

P

Paris (*bassin de*). Position des *Ostrea columba* et *biauriculata* dans le groupe de la craie inférieure, p. 745.
Phosphates. Leur importance dans l'agriculture, p. 899.
Pierre ollaire. Composition et caractères principaux, p. 280.
Pictet. Sur le gite colithique inférieur des Clapes (Moselle), p. 510. — *Cerithium* et divers gastéropodes des dépôts bathoniens de l'Aisne et des Ardennes, p. 544.
Planches du Bulletin, I, p. 13; II, p. 108; III, p. 207; IV, p. 294; V, VI, VII VIII, p. 544; IX, p. 562; X, XI, XII, p. 615; XIII, XIV' XV, p. 647. — *Figures sur bois*' Cartes, p. 399, 596, 640. — Coupes' p. 48, 62, 65, 67, 71, 72, 76, 77, 79, 81, 87, 90, 131, 143, 367, 370, 371, 372, 374, 392, 402, 403, 511, 512, 775, 776, 778, 779, 859, 896, 897. Figures, p. 539, 540.
Puggaard. Description de la presqu'île de Sorrento (royaume de Naples), p. 294.
Puits artésiens, près de Ferrare, p. 102; — du Sahara oriental, p. 615.
Pyrénées-Orientales. Études géologiques sur les Corbières, p. 460.

R

Rauin. Sur l'âge des couches supérieures de la craie de l'Aquitaine, p. 727.
Rhin (*Haut-*). Études géologiques sur le terrain jurassique des environs de Béfort, p. 117, — et sur divers acéphales et gastéropodes, p. 144.
Rhône (*Bouches du-*). Position des *Ostrea columba* et *biauriculata* dans le groupe de la craie inférieure, p. 751.
Rottermund (de). Sur une collection de roches du Canada, p. 419.
Rudistes. Nouvelles observations sur quelques espèces prises comme types des genres, p. 647.

S

Saône (*Haute-*). Sur l'existence du terrain permien et le représentant du grès vosgien, p. 13.
Sardaigne. Sur quelques mines, p. 642. — Sources thermales, p. 635.
Sarthe. Terrain crétacé, p. 98, 741. — Rapport de la craie glauconieuse à *Ammonites varians* et des grès verts du Maine, p. 731.
Scandinavie. Résumé des études sur son orographie et sa géologie, p. 342.
Scarabelli. Sondage artésien de Conselice, près Ferrare, p. 102.
Serpentine. Origine métamorphique des argiles écailleuses de Bologne, p. 105.
Soulèvements des Corbières, p. 506.
Sources thermales en Sardaigne, p. 635. — Origine de la chaleur et des principes minéralisateurs des eaux de Neyrac (Ardèche), p. 355.
Spilite. Endomorphisme de celui d'Aspres-lès-Corps (Isère), p 644.
Studer. Observations dans les Alpes centrales de la Suisse, p. 287.
Suisse. Observations dans les Alpes centrales, p. 287.

T

Terrains d'alluvion de la Nièvre, p. 813; — de la Charente, p. 898. — Sur la période quaternaire dans la vallée du Rhône et sa division en cinq époques distinctes, p. 207; — près de Ferrare, p. 102.
Terrain anthracifère dans les Alpes occidentales; — réalité de l'association des plantes houillères aux coquilles liasiques, et comment on peut l'expliquer, p. 562.
Terrain carbonifère. Terrain houiller des Corbières, p. 785; — de la Saxe, p. 586.

Terrain crétacé. Position des *Ostrea columba* et *biauriculata* dans le groupe de la craie inférieure, dans le bassin de Paris et l'Aquitaine, p. 745, 869. — Rapport de la craie glauconieuse à *Ammonites varians* et des grès verts du Maine, p. 98, 731, 741. — Étage albien des environs de Sancerre, p. 804. — Silex crétacés de la Nièvre, p. 810. — Age des couches supérieures de celui de l'Aquitaine, p. 727, 743. — Formation crétacée de la Charente, p. 55, 845, 857, 862, 881. — Formation crétacée des Corbières, p. 485, 879. — Terrain à lignites de Saint-Paulet (Gard), p. 61. — Terrain crétacé de Dieu-le-Fit (Drôme), p. 47. — De la presqu'île de Sorrento (Naples), p. 296.

Terrain dévonien de l'Ardenne et du Hainaut, p. 364 ; — des Corbières, p. 502.

Terrain jurassique de la partie orientale du bassin de Paris, dans la Meuse et les Ardennes, p. 595. — Age des grès liasiques du Luxembourg, p. 719. — Gîte oolithique inférieur des Clapes (Moselle), p. 510. — *Cerithium* et divers gastéropodes des dépôts bathoniens de l'Aisne et des Ardennes, p. 544. — Études géologiques sur celui des environs de Béfort (Haut-Rhin), p. 117. — Age du calcaire à chailles du Cher, de la Nièvre et de l'Yonne, p. 582. — Coupe du mont Apin, près Nevers, p. 801. — Silex jurassiques de la Nièvre, p. 810; — des Corbières, p. 499.

Terrain nummulitique des Corbières, p. 472. — Macigno de la presqu'île de Sorrento, p. 302; — de la province de Barcelone, p. 374. — Position des lignites aux îles Baléares, p. 770.

Terrain permien. Sur son existence et le représentant du grès vosgien dans Saône-et-Loire et la Serre (Jura), p. 13.

Terrain silurien. Faune primordiale de la Bohême, p. 439.

Terrains tertiaires de la Charente, p. 894; — de Dieu-le-Fit (Drôme), p. 48; — des Corbières, p. 465. — Des sondages artésiens du Sahara oriental, p. 615. — Leurs Nullipores, p. 409.

TRIGER. Coupe du terrain crétacé de la Sarthe, p. 98. — Sur sa partie inférieure, p. 741. — Observations, p. 869, 873.

Turquie. Analyse de sa statistique, p. 249; — de recherches scientifiques en Orient, p. 252.

V

VERNEUIL (DE). Observations, p. 54, 373, 436, 581, 594, 613.

VÉZIAN. Sur le terrain nummulitique de la province de Barcelone, p. 374.

Vienne. Coupe du chemin de fer près de Poitiers, p. 538.

VILLE. Sur la composition des eaux du Chélif (Algérie), p. 350.

VIQUESNEL. Analyse de la statistique de la Turquie, p. 249. — Sur une collection de roches du Canada, p. 419. — Observation, p. 419.

Volcans. Tufs volcaniques de la presqu'île de Sorrento, p. 310. — Sur leurs émanations dans le royaume de Naples principalement, p. 254; — dans les Champs Phlégréens, p. 633, p. 582.

Y

Yonne. Age du calcaire à chailles, p. 582.

Z

ZIENKOWICZ. Sur des éboulements du souterrain de Blaizy (Côte-d'Or), p. 774.

Zoophytes. Composition chimique des Millépores, p. 413. — Nullipores des terrains tertiaires, p. 409. — Nullipores du bassin de Vienne rapportés aux végétaux, p. 407.

FIN DE LA TABLE.

Liste des planches.

I, p. 15. Coquand. Carte et coupes de la Serre (Jura).
II, p. 108. De Berville. *Pseudocarcinus Chauvinii*, de Noyon.
III, p. 207. Gras (Sc.(. Carte et coupes des terrains quaternaires de la vallée du Rhône dans le département de l'Isère.
IV, p. 294. Puggaard. Carte et coupes de la presqu'île de Sorrento (royaume de Naples).
V, VI, VII, VIII, p. 544. Piette. *Cerithium*, etc., des dépôts bathoniens de l'Aisne et des Ardennes.
IX, p. 562. Gras (Sc.). Explication de l'association des plantes houillères aux coquilles liasiques dans les Alpes.
X, XI, XII, p. 615. Laubent. Cartes et coupes des puits artésiens du Sahara oriental.
XIII, p. 647. Bayle. *Radiolites Bournoni.*
XIV, p. 647. Bayle. *Sphærulites Hæninghausi.*
XV, p. 647. Bayle. *Hippurites cornu-vaccinum*, *H. dilatatus.*

ERRATA.

Pages.	Lignes.	
364,	12,	*au lieu de :* La Chapelle, *lisez :* La Capelle.
366,	6, 9, 34,	*au lieu de :* Orthis? umbraculum, *lisez :* Orthis umbraculum.
728,	23,	*au lieu de :* dans une note, *lisez :* dans ma note.
—	31,	*au lieu de : lewiensis, lisez : Lewesiensis.*
730,	1,	*au lieu de :* avec celui, *lisez :* après celui.
756,	31,	*au lieu de :* Grande-Saulde, *lisez :* Grande-Sauldre.
802,	16,	*au lieu de :* Marzy, *lisez :* Varzy.
805,	*dernière,*	*au lieu de :* Sully.... Taucy, *lisez :* Saally... Toucy.
887,	5,	*en remontant, au lieu de :* Loire, *lisez :* Loirel.